A4 | 393

1138

93EDZ

$

Digitized by the Internet Archive
in 2018 with funding from
Getty Research Institute

https://archive.org/details/traitedesthetiqu00arno

Traité
d'Esthétique visuelle
Transcendantale

FONDÉ SUR LA FIXATION DES GRANDES LOIS DES TROIS HYPOSTASES
DE L'OBJECTIVITÉ VISUELLE, SCIENTIFIQUEMENT RAMENÉES
A UNE UNITÉ; A LA PREMIÈRE FORME

PAR

LÉON ARNOULT

> Il y a deux sortes de doctrines qui réduisent tout à l'unité : celles qui ramènent tout à la *matière première*, et celles qui ramènent tout à la *première forme*.
>
> (LEIBNIZ.)

13 PLANCHES HORS TEXTE ET 41 FIGURES DANS LE TEXTE

PARIS
CHARLES MENDEL, ÉDITEUR
118, RUE D'ASSAS, 118

1897

Droits de traduction et de reproduction réservés.

Traité
d'Esthétique visuelle
Transcendantale

Traité
d'Esthétique visuelle
Transcendantale

FONDÉ SUR LA FIXATION DES GRANDES LOIS DES TROIS HYPOSTASES
DE L'OBJECTIVITÉ VISUELLE, SCIENTIFIQUEMENT RAMENÉES
A UNE UNITÉ; A LA PREMIÈRE FORME

PAR

LÉON ARNOULT

> Il y a deux sortes de doctrines qui réduisent tout à l'unité : celles qui ramènent tout à la *matière première*, et celles qui ramènent tout à la *première forme*.
>
> (LEIBNIZ.)

13 PLANCHES HORS TEXTE ET 41 FIGURES DANS LE TEXTE

PARIS
CHARLES MENDEL, ÉDITEUR
118, RUE D'ASSAS, 118

1897

Droits de traduction et de reproduction réservés.

INTRODUCTION

Cet ouvrage a pour objet la recherche des bases scientifiques de l'esthétique visuelle. Il a été conçu en suivant un plan méthodique ayant la rigueur d'un dogme. Nous allons exposer ce plan et les résultats que nous avons recueillis à son application.

L'art ayant été de tout temps intimement rapproché, dans une union confuse, avec l'esthétique, nous avons, tout d'abord, essayé d'établir comment ils s'opposent l'un à l'autre dans un dualisme métaphysique. Une telle détermination a eu pour conséquence d'amener un dégagement préalable et nécessaire.

D'après nous, c'est par un désir immodéré de **permanence vitale** *que l'homme a créé cette noble fiction, lui donnant l'illusion de l'éternité, qu'on appelle l'art.*

*Ravir le temps, au profit de l'humanité, est un acte d'idéation, une œuvre d'*infinité biologique, *que l'art poursuit avant tout autre but, et pour l'excution de laquelle œuvre il emprunte à la science ses procédés d'immobilisation du mouvement. L'art n'est donc qu'une volonté, une tendance, une idée pure. Mais l'idée émane de la pensée, et la pensée infinie est dans l'étendue infinie, selon Spinoza. Or, la pensée, que l'on assimile à l'âme, résume toute l'action de l'être, toute sa vie. « Je pense, donc je suis » a dit Descartes. Et la vie est un mouvement dépendant de la durée comme tous les mouvements. Conséquemment la pensée est dans le temps, lequel est dans l'espace. Ce qui démontre péremptoirement que l'art est de sa nature une spiritualité ayant pour habitat le temps.*

Cependant le temps ne peut exister isolément pour le monde sensible, il lui faut un support dont l'état de concrétion comble son immense néant. Cette vérité se peut encore préciser avec le concours de la plus spéculative des sciences, avec la métaphysique.

En effet, nous avons dit : le temps infini est dans l'espace infini. Or, le temps infini, c'est l'Éternité; l'espace infini, c'est l'Immensité. Seulement l'Idée de l'Éternité ne peut se soutenir pour la réalité, car c'est le pur Continu insubstantiel, par conséquent l'Inconnaissable. Par contre, l'Idée de l'immensité n'est autre que l'Idée d'une substance absolue, c'est l'intelligible des Cartésiens. Il suit de là que le Point tangible de l'espace s'oppose à l'Instant insaisissable du temps. Mais l'intelligible de la substance réside dans son volume, *que peut seul*

apprécier notre sensibilité. Et la représentation de ce volume, de ce point tangible, se manifeste, dans l'espace, sous les apparences d'une FORME *dont la limitation constante éloigne en nous l'idée de l'Infini et contradictoirement fixe l'idée du Parfait.*

D'après ce qui précède, on peut dire que si l'esprit s'abîme à contempler l'infini du temps, la raison se fortifie à admirer la perfection de l'espace; par suite, à l'idée de l'infini que représente l'art, il convient d'opposer l'idée du parfait, et cela en vertu d'un dualisme qui se trouve dans la Raison elle-même. Ces idées forment les deux termes d'une analyse et doivent être étudiées à part, l'un étant l'Indéterminé, l'autre le Déterminant. Ce qui signifie plus exactement qu'après avoir observé l'art comme affinité de la pensée tendant à atteindre à l'infini du temps, il reste à rechercher les moyens réalisateurs de la perfection de l'espace qui sont les attributions de la science de l'esthétique et dont la pensée de l'art ne peut se passer sans se stériliser dans un isolement incompatible avec quelque tentative de manifestation vitale qu'il soit.

Ces conclusions toutes impératives, et qui établissent de façon précise, nous pensons, les distinctions qui existent entre l'art et l'esthétique, tiennent lieu, en quelque sorte, d'ouverture ou de prélude à notre traité.

C'est Baumgarten qui a créé le mot **esthétique**. *Il l'a tiré, comme on sait, de* Αἰσθητικὸς, *de* αἰσθάνεσθαι, *qui veut dire sentir. Ce choix est excellent, car aucune autre expression ne saurait mieux personnifier la science du beau, puisque c'est seulement*

à l'aide de nos appareils à sentir que nous pouvons arriver à la connaissance de la perfection, laquelle, d'après ce que nous avons exposé antérieurement, ne peut se manifester, dans l'immensité du monde, que sous des espèces substantielles infiniment parfaites, dont la Forme absolue est le substratum.

Cette forme absolue, nous avons essayé de montrer, dans le cours de notre ouvrage, qu'elle était fondée sur une perfection mathématique, en sorte que, dans l'ordre concret, nous acceptons l'hypothèse de la réduction de l'univers à une sphère parfaite qui satisfait Aristote.

Or, si rien n'existe, à l'extérieur de nous-même, que par la substance, si, pour entrer en relation avec le monde, il n'y a de réalité, pour notre organisme, que dans la Forme de cette substance sentie et perçue, l'esthétique doit être la science qui légifère les conditions du rapport que peuvent avoir les formes des phénomènes qui viennent toucher la neurilité de notre corps, avec notre sensibilité même.

Quoiqu'il en soit, il restait à démontrer la solidité de cette conception par l'expérimentation, afin que l'application d'une telle base à l'esthétique reçoive la consécration de la méthode rationnelle. C'est ce plan méthodique qui nous a permis d'établir le traité que nous présentons aujourd'hui.

Si dans le champ de la sensibilité humaine nous n'avions eu, pour expérimenter, parmi les cinq sens, que la tactilité, il n'était pas difficile de prouver les faits que nous venons d'avancer, car le sens du toucher est un véritable appareil à sentir les formes des objets, et ses préférences vont certes au dulci *de la*

sphéricité. Mais l'évidence n'est pas placée ainsi au seuil de l'examen de la vision, de l'audition, de la gustation et de l'olfaction. Aussi avons-nous dû, pour faire entrer ces sensations dans le cadre sus-désigné, pénétrer, par un travail proportionné au sujet, dans l'œuvre même des phénomènes physiques qui sont les irritants de nos sens. Seulement, quoique nous ayons observé la totalité de la sensation périphérique sous ses modalités diverses, c'est par une spécialisation de notre étude que nous avons estimé devoir — par suite de considérations personnelles dont nous dirons un mot en suivant — diriger nos investigations.

La lumière étant le phénomène le plus considérable dans l'ordre des irritants de nos sens et l'œil le plus admirable des appareils à sentir dans l'ordre de nos organes périphériques nerveux, c'est sur la vision que nos efforts se sont portés. — Ajoutons que ce choix répondait surtout à une question d'affinité, l'auteur de ce traité devant être classé dans les visuels.

*Ceci posé, pour atteindre le but visé, nous avons envisagé non pas seulement l'organe en soi, c'est-à-dire l'œil isolément, mais la visibilité totale que détient l'***objectivité visuelle,** *et cela parce que le sens de la vue est complexe dans ses manifestations sensorielles, ses effets pouvant être physiologiques ou psychologiques. Dès lors nous avons, pour opérer par voie analytique, dissocié les éléments de l'objectivité visuelle, que la simple réflexion porte au nombre de trois : la forme, la couleur, l'idée. Est-il besoin de faire remarquer que, dans l'espèce, la forme et la couleur représentent toute la physio-*

logie de l'œil et l'idée toute la psychologie de ce sens?

Cette dissociation des éléments de l'objectivité visuelle a eu l'avantage de nous permettre de travailler sur un faisceau constitué, premièrement de deux sens, — l'un rallié classiquement à notre théorie (le toucher), l'autre bien éloigné d'elle par défaut d'orientation scientifique s'y rapportant (la vision), — et secondement d'un organe essentiel, centre de la vie psychique (le cerveau). Or, le sens de la vue a subi tous les contrôles, supporté toutes les épreuves, et les expériences faites sur lui, **pour l'assimiler au sens du toucher,** *sont demeurées remarquablement concluantes, c'est-à-dire qu'il a été démontré que la sensation visuelle était, à l'exemple de la sensation tactile, mêmement cantonnée dans l'*appréciation de la forme de l'excitant. *Pour le cerveau, nous avons pu faire ressortir que la pensée agit en procurant à cet organe une excitation dont la* forme intellectuelle *demeure dominante quant à la résultante des effets affectifs.*

Enfin ce principe, donnant à nos sens la fonction de toucher la forme des extériorités excitatrices, que nous avons trouvé, par l'expérience, s'imposant dans l'esthétique visuelle et que nous écrivons aujourd'hui à la base de l'esthétique générale, a très heureusement guidé nos recherches concernant la fixation des lois de la perfection visuelle. En effet, étant donné que nos sensations agréables, désagréables ou mixtes découlent principalement d'une cause morphologique, le raisonnement veut que ce soit le heurt des plus belles formes des excitants sur le champ flexible de nos sens qui procure à ces organes les

meilleures conditions d'aise. Il s'ensuit, que, pour établir les lois de la beauté visuelle, il nous a suffi de rallier les trois hypostases de l'objectivité visuelle à une Unité; à la première Forme.

Se confondant avec la perfection même, l'absolu est le caractère de ces lois, elles se traduisent par des énoncés intéressant séparément la forme, la couleur et l'idée. De plus nous montrerons facilement, dans un ouvrage qui paraîtra ultérieurement, qu'elles peuvent être réunies et groupées pour servir à la critique des œuvres visuelles, et enfin que seules elles sont capables de donner à l'application des résultats pratiques. Ces preuves directes, d'un prix inestimable pour la valeur et la solidité des affirmations accumulées dans ce traité, affirmations qui ont abouti aux quelques énoncés en question, nous les obtiendrons en mettant en présence, d'une part les chefs-d'œuvre de l'art pictural et sculptural, et d'autre part ces lois détenant en elles les immuables principes pour atteindre au summum du beau visuel. Cela faisant, nous aurons donné aux philosophes une nouvelle force pour argumenter en la faveur de cette opinion classique, à savoir qu'il faut établir le fond des méthodes en général sur les plus grandes vérités, sur les premières lumières, *comme les appelle Leibniz.*

LÉON ARNOULT.

Paris, 1897.

PREMIÈRE PARTIE

ESSAI D'UN SYSTÈME PHILOSOPHIQUE APPLICABLE AUX BEAUX-ARTS

CHAPITRE PREMIER

DES ORIGINES

Schonbein admettait la possibilité de la combinaison de l'azote libre avec les éléments de l'eau. Ainsi la vapeur d'eau, au contact de l'air, est capable de former un azotite d'ammoniaque :

$$Az^2 + 2\,H^2O = \left.\begin{matrix} AzO \\ AzH^4 \end{matrix}\right\} O.$$

Cette formule exprime peut-être l'action primitive vitale ; elle établit sans doute la constitution de la première molécule organisée.

Mais quels sont les caractères principaux d'une molécule de ce genre ?

La molécule organisée est un composé stable, doué d'affi-

nités, d'association (assimilation) et d'élimination, et qui reste dans cet état tant que ces fonctions s'exercent continûment.

La molécule primitive organisée se présente sous deux aspects, ou plutôt elle suit à son origine deux directions nettement différentes. Elle prend la forme végétale ou la forme animale.

Elle est végétale quand l'affinité, l'association (assimilation) et l'élimination s'exercent sans déplacement pour elle. Elle est animale dans l'autre cas.

La composition matérielle de l'unité végétale ou animale est identiquement la même quant au nombre des éléments chimiques simples. Quatorze corps simples constituent les êtres organisés du règne végétal ou animal. En voici la nomenclature :

Carbone, Hydrogène, Oxygène, Azote, Chlore.	Corps gazeux.
Magnésium, Soufre, Phosphore, Silicium, Fer, Manganèse, Calcium, Sodium, Potassium.	Métaux et Métalloïdes.

L'affinité, l'association (assimilation) et l'élimination d'un végétal sont des phénomènes successifs qui ont lieu par la seule action des surfaces extérieures, ou, pour préciser, par

le contact de ces surfaces organisées avec des éléments ambiants convenables.

Tout autre est le fonctionnement d'un système moléculaire animal. Ici l'action paraît double, c'est-à-dire externe et interne. Cependant les surfaces externes semblent avoir un bien moindre rôle à remplir que les surfaces internes, rôle si réduit parfois que certains animaux ont été reconnus pouvant vivre sans le secours presque de ces surfaces externes. Par contre, des plantes que l'on pourrait citer en grand nombre ont une vie uniquement externe.

Ces deux observations généralisées peuvent-elles être prises au fond pour les caractéristiques fonctionnelles des deux catégories personnifiant la vie moléculaire, l'une dynamisée, l'autre statique? Si oui, les végétaux sont des êtres immobiles à assimilation externe, et les animaux sont des êtres mobiles à assimilation interne.

L'homme appartient donc à la série des êtres mobiles a assimilation interne; c'est un organisme dynamisé.

CHAPITRE II

DU MOUVEMENT

Nous avons dit que la vapeur d'eau, au contact de l'air, était capable de former un azotite d'ammoniaque, représentant sans doute la première molécule organisée. Ce fait est confirmé par l'analyse chimique des micro-organismes capables de processus fermentatif, laquelle accuse régulièrement des quantités déterminées d'azote et d'hydrogène, résultat significatif ne changeant pas, même lorsqu'on s'adresse à des organismes supérieurs dépourvus de chlorophylle, bien entendu. Dès lors, l'étude des différentes combinaisons ayant l'ammoniaque pour base doit rendre possible l'observation de phénomènes ayant des analogies avec ceux qui sont constatés pour les molécules organisées. En effet, l'examen attentif de ces combinaisons nous apprend que ces corps sont précisément passibles des propriétés qui appartiennent

en propre aux molécules organisées en général. On connaît l'affinité de l'eau pour le gaz ammoniac. Une éprouvette remplie de ce gaz pur, débouchée subitement sous une cuve à eau, se brise par suite de la violence de l'absorption. Or, il semble que l'expression la plus simple de la vie, la molécule organisée primitive, ait précisément une affinité semblable pour l'oxygène, action qui représenterait, pour les êtres dynamisés à assimilation interne, le principe élémentaire de la nutrition en même temps qu'elle expliquerait la cause et le but du mouvement vital[1]. Enfin, en regard des phénomènes qui se poursuivent ordinairement dans la majeure partie des composés ammoniacaux, nous voyons la molécule organisée agir de la façon suivante : elle a de l'affinité pour un corps quelconque qu'elle absorbe et transforme à son avantage, — pour réparer ses pertes matérielles et rester telle au moins; — puis elle élimine de sa substance les rebuts, les inutilités (excreta) que l'association chimique a laissés libres.

Donc, la molécule primitive organisée, d'après ce qui a été dit plus haut, se meut par suite de son affinité pour un groupe de corps indispensables à la continuation de son état. Ce mouvement constitue par cela même le premier moyen de durer du micro-organisme rudimentaire, car, rendue immobile, il est certain que cette molécule vivante dynamisée

1. Worming et Ehrenberg attribuent les mouvements à la nutrition et les mettent sous la dépendance de la présence de l'oxygène.

ne pourrait obtenir à distance les éléments essentiels à sa perpétuation.

Mais si nous admettons que la première molécule organisée, représentant la vie, qui ait surgi spontanément sur notre globe, était douée, primitivement et seulement, d'affinité pour l'oxygène, nous devons ajouter qu'il était nécessaire, afin que les composés moléculaires qui retenaient cet élément essentiel s'en laissassent dessaisir, que la petite particule vitale en question fût directement mise en contact avec une substance quelconque détenant ce gaz. Il suit de là que, dans cet état simplifié, la molécule vivante devait se comporter à la façon de ces combinaisons chimiques dont la fixité ne peut être rompue que grâce à la présence d'un corps étranger placé à une distance prédisposante d'un composé moléculaire.

CHAPITRE III

DE LA NUTRITION

Comment les micro-organismes élémentaires sont-ils arrivés par un développement successif à ces formes multiples de volumes variables que nous constatons chez les animaux supérieurs?

Pour répondre à cette question, il faudrait considérer la molécule primitive influencée par le milieu qui la contient; on la verrait s'augmenter toujours, croître par affinités, et mettre constamment en harmonie sa forme avec les ambiances lorsque celles-ci lui sont favorables; ou bien se perdre irrémédiablement quand son placement la met en rapport avec des éléments enveloppants nuisibles.

En général, soit qu'on étudie les plus petits êtres dynamisés à assimilation interne, soit qu'on observe les animaux supérieurs, on constate qu'il existe toujours, entre le volume

et la forme d'un sujet et la quantité et la qualité des éléments absorbés utiles à l'entretien de son organisme, une relation simple permettant de dire que l'animal a été créé par le mouvement que nécessite la préhension et la consommation de sa nourriture.

Nous considérons un type élevé dans l'échelle de l'animalité, un être mobile à assimilation interne d'un certain volume, comme une agglomération moléculaire, ou une réunion de plastidules[1] formant un tout organisé pour se perpétuer.

Or l'animal se perpétue par la nutrition, et celle-ci lui est acquise à la condition qu'il cherche et choisisse ses aliments. Il faut qu'il aille à eux, qu'il se dirige vers l'endroit où ils se trouvent, qu'il lutte contre les empêchements accidentels, et parfois même contre ses semblables, pour obtenir ce dont il a besoin; toutes choses qui sont sous la dépendance du mouvement. Conséquemment, on remarquera que le mouvement, qui a pour base principale l'alimentation, est aussi le moyen capital de protection et de défense de l'animalité, quel que soit son degré supérieur ou non.

Le mouvement né de l'affinité est inconscient : il est la propriété intégrante des êtres mobiles à assimilation interne. Imbue de cette inconscience, la cellule vivante évolue naturellement vers ce qui est capable de la sustenter; seulement

1. La plastidule est une cellule globulaire plus ou moins déformée et ayant une vie propre. Cette cellule est emplie d'un liquide appelé protoplasma contenu dans une paroi généralement solide (Schwann).

cet acte réparateur, propre à la conservation animale, s'augmente ensuite, proportionnellement à l'échelle des êtres, d'une volonté dirigeante concourant au même but, laquelle volonté est originaire toujours de cette force attractive moléculaire appelée l'affinité, mais alors de l'affinité contrariée et qui fait effort contre l'obstacle. Un tel effort, nécessaire pour la durabilité des organismes dynamisés, n'est autre qu'un agent indirect, perfectionné, puissant, de réparation et de défense; il se nomme, chez l'homme, l'intelligence.

En résumé, l'organisme vital plastidulaire va vers les éléments indispensables à la continuation de son existence et se les assimile en parfaite inconscience. Ce travail réparatif s'accomplit comme une réaction chimique. Puis à côté de cet acte inconscient, un acte conscient progresse, par la suite, dans l'animalité; il consiste dans les moyens d'accaparement, d'obtention des substances assimilables. Donc chez l'homme les fonctions organiques seules s'opèrent d'elles-mêmes, selon l'inconscience réservée aux plastidules, tandis que la direction des moyens qui peuvent lui fournir des subsides alimentaires, génératrices des fonctions, est voulue, consciente, intelligente. D'où l'on peut conclure que les phénomènes inconscients sont physiologiques et les phénomènes conscients psychologiques; conséquemment, la nutrition, et partant tout le fonctionnement de nos organes, sont d'ordre physiologique, tandis que la direction des moyens est psychologique.

CHAPITRE IV

DE LA DIRECTION ET DE L'EXÉCUTION

Le siège de la direction est placé, chez l'homme, dans la masse de substance nerveuse qui occupe la cavité du crâne. Cette masse nerveuse, appelée le cerveau, recueille toute la sensibilité du corps et en mesure l'intensité. Comme la faculté de sentir ne se résout pas, pour le cerveau, en une seule modalité, on a divisé ce phénomène en cinq catégories perceptrices : ce sont les sens. Le cerveau est encore et surtout maître de l'action musculaire, c'est-à-dire des leviers moteurs de la machine animale.

Les sens sont des organes inconscients par eux-mêmes, comme ceux de la respiration ou de la digestion, comme tous les organes en général; mais ils sont créés, les uns et les autres, pour des fins scientifiques dissemblables; les sens supportent des actions physiques, les appareils respiratoires

et digestifs sont le centre des réactions chimiques. Tous ces organes dépendent de la physiologie en ce sens qu'ils agissent sans volonté, sans raisonnement, sans discernement. De plus, étant des appareils dont la structure organique a pour finalité des expériences physiques ou chimiques, leur pouvoir est limité, et tout ce qui est au-dessus de leurs forces est sujet à les détériorer ou à les mettre hors d'usage.

Une particularité bien digne d'attention, c'est que, tandis que les mouvements physiologiques restent localisés dans des organes aux fonctions inconscientes, aussi bien dans la période primitive (micro-organisme) que dans celle plus avancée (animalité), les mouvements psychologiques ou conscients — les efforts de l'affinité — se divisent, eux, dans la période avancée, en deux parties distinctes, l'une directrice, l'autre exécutrice.

La partie directrice, ce sont les lobes cérébraux, le cerveau.

La partie exécutrice, c'est le système général moteur.

Le cerveau a un rôle complexe quant à son organisation défensive : il est averti par des instruments révélateurs, — les sens, — qui expérimentent à sa guise et fixent son jugement; puis, les lobes commandent au système moteur général — sens et machine locomotrice — dont le rôle est cantonné dans l'exécution passive.

Parmi les organes fonctionnels, les plus directement indispensables étant ceux qui tirent du dehors les subsides

réparateurs, — l'appareil respiratoire et l'appareil digestif, — et ces organes essentiels étant incapables par eux-mêmes de pourvoir avec sécurité à leur ravitaillement, les forces naturelles les ont entourés, comme on le voit, de moyens bien faits pour prévoir leurs besoins et les garder contre l'absorption inopinée d'éléments à eux nuisibles, puisque, pour les protéger, ils ont le cerveau, qui est guidé par les sens desquels celui-ci reçoit des renseignements qui l'instruisent, en sorte qu'initié, il donne des ordres à la machine, qui exécute. Or, cette exécution est dans tous les cas un mouvement intéressé, étant donné que la partie directrice de l'individu, maîtresse du système moteur, de l'action enfin, détient la capacité de discerner les conditions et les influences, matérielles ou autres, favorables ou défavorables à la perpétuation de la vie.

CHAPITRE V

DES SENSATIONS PHYSIOLOGIQUES ET DES IMPRESSIONS PSYCHOLOGIQUES

D'après les explications précédentes, l'utilité des appareils nerveux situés à la périphérie du corps humain semble extrême pour résister aux obstacles nuisibles à la vie, car le cerveau est obligé de percevoir et de juger avant tout, par l'intermédiaire des sens, s'il veut commander ensuite un mouvement quelconque à la machine animale. Or, si le cerveau ne peut agir utilement sans le concours préalable du système sensible, ce dernier est certainement la base de l'entretien et de la durabilité de l'existence.

On sait que toute la sensibilité humaine est partagée par les cinq sens. Ces sens s'excitent mécaniquement au contact des phénomènes agissants extérieurs (lumière, son, etc., etc.). Aussitôt se produisent deux sortes de perceptions qu'il est

utile de distinguer. Les perceptions physiologiques et les perceptions psychologiques.

Les perceptions physiologiques résultent de l'aise ou du malaise que ressentent les terminaisons sensorielles excitées. Ces perceptions, provoquées par les facultés sensibles ou l'irritabilité des sens, distinguent le travail plus ou moins adéquat aux forces des terminaisons tactiles ou, mieux, de l'intermédiaire contractile nerveux, siège de la sensation. Autrement dit, si chacun de nos sens reçoit de l'extérieur des effets irritants de telles compositions que ces pressions péjoratives puissent fausser ou compromettre gravement les qualités essentielles de l'organe, — sa précision, sa sensibilité, sa netteté, — il souffre; et si contrairement ces conditions physiques irritatives arrivent normales à l'appareil récepteur, celui-ci recherche l'état physique précité, tant ces dispositions lui assurent de durabilité et de bon fonctionnement. Le caractère agréable ou désagréable de ces perceptions est donc subordonné à l'action excessive ou moyenne de l'excitant extérieur sur le champ de l'intermédiaire musculaire et nerveux à la fois qui, dans tous les cas, est contractile.

L'inconscience étant la dominante de ces perceptions, nous leur donnerons l'appellation de sensations physiologiques.

C'est à l'aide de ces perceptions physiologiques que le cerveau, à volonté, est en possession de ce qu'il veut savoir. Dans ce but, il oublie la sensation agréable ou désagréable de l'excitant pour n'apprécier que la valeur favorable ou défa-

vorable de l'événement, de l'incident qui surgit dans son ambiance. Les perceptions physiologiques se transforment de cette façon en perceptions psychologiques. Le cerveau juge et ordonne à la machine un mouvement attractif ou répulsif, selon qu'il croit bonnes ou mauvaises les circonstances avoisinantes. Ces circonstances, quand elles peuvent favoriser le développement de la vie humaine, sont bonnes. Elles sont alors bien accueillies, comme elles sont repoussées avec horreur lorsqu'elles semblent contenir la possibilité d'une action destructive ou périlleuse. Ces perceptions favorables ou dévorables, selon les cas, et donnant lieu à des actes conscients toujours, appelons-les des impressions psychologiques[1].

1. Voir au chapitre XIX la dissertation tendant à fixer le sens et la valeur lexicologique des sensations physiologiques et des impressions psychologiques.

CHAPITRE VI

DE L'INCONSCIENCE DES SENSATIONS PHYSIOLOGIQUES

Les dissertations philosophiques précédentes ont une valeur spécifique double :

1° Elles établissent le siège des sensations physiologiques et celui des impressions psychologiques.

2° Elles permettent, en totalisant ces sensations et ces impressions, de montrer, en quelque sorte, la mesure de la capacité à sentir inhérente à l'homme.

Nous allons, en suivant, fixer la composition qualitative des sensations physiologiques, et dans l'autre chapitre nous déterminerons celle des impressions psychologiques.

Les sensations physiologiques sont le produit d'actes organiques accomplis passivement sous l'influence de contacts intérieurs ou bien de pressions extérieures. Les contacts inté-

rieurs, qui paraissent être de nature chimique, amènent des changements entre la substance protoplasmatique des organes de la respiration et de la digestion et certains corps solides, liquides ou gazeux aspirés ou ingérés. Les pressions extérieures, qui agissent à la périphérie de notre système nerveux, modifient mécaniquement, c'est-à-dire déplacent ou déforment des assemblages de fibres et de cellules nerveuses précédées ou enveloppées d'un tissu membraneux musculaire flexible, élastique.

Les sensations physiologiques sont des phénomènes biologiques qui dénoncent la valeur, la qualité des contacts intérieurs et des pressions extérieures. On conçoit que, dans cet ouvrage, nous ne puissions traiter que de la qualité des pressions extérieures, des sensations physiologiques de nos sens. L'autre catégorie de sensations (contacts intérieurs) trouvera sa place dans un livre de pathologie et non d'esthétique. Cependant, les contacts intérieurs qui, pendant les échanges, procurent aise ou malaise et engendrent par suite la santé ou la maladie, doivent également être dépendants d'une esthétique chimique. Cette interprétation des substances assimilables pourrait-elle devenir la base d'une doctrine médicale? Nous laissons à d'autres le soin de répondre à cette question.

La qualité des sensations ne peut être entièrement bonne parce que les fonctions physiologiques d'où elles dérivent directement sont inconscientes.

La nature, dans ses manifestations visuelles, auditives, olfactives et gustatives possède le bon et le mauvais physiolo-

gique rarement indivis, aussi nos sens reçoivent-ils des éléments d'excitation n'atteignant jamais à l'excellence totale, absolue, et pouvant procurer par conséquent, à ces organes, des sensations entièrement satisfaisantes.

Donc, puisque ce qui est bien à voir, à entendre, etc., etc., est d'ordinaire à côté de ce qui est mal physiologiquement, non pas le parfait et l'imparfait invariablement et toujours joints, mais irrégulièrement et par hasard, cet état d'abandon et de négligence, qui est le désordre naturel, implique certainement une idée d'inconscience. Or, pour changer ces sensations laides, médiocres ou indifférentes en sensations belles, il faut qu'un facteur conscient intervienne pour elles, les sorte de leur chaos, les ordonne, élimine le mal et rassemble le bien. Ce facteur conscient capable d'embellir la nature par un choix savant, c'est le génie humain.

CHAPITRE VII

DE LA MORALITÉ DES IMPRESSIONS PSYCHOLOGIQUES

Pour déterminer la qualité des impressions psychologiques, il convient d'établir, au préalable, que l'homme, considéré comme individu isolé, est un être qui n'existe pas car, originellement, il dépend et cette dépendance est un fait transmissible inévitable pour la perpétuation de son espèce. Outre l'idée de conservation personnelle, la perpétuation humaine implique donc encore et avant tout une idée de conservation d'autrui.

Mais ce n'est pas uniquement pour la transmission de la vie que l'altruisme doit être professé et érigé en principe par tout homme de bonne volonté et de raison, c'est également pour la sécurité et l'assurance de l'existence individuelle, car, sans aide, sans secours, sans protection, l'unité désagrégée

s'étiole et court à sa perte. L'égoïsme pur place conséquemment celui qui pratique ce système de vie dans une situation anormale, nuisible, défavorable, fausse, s'il n'ajoute à ce sentiment l'amour des membres de la société dans laquelle il évolue.

Ainsi le sujet, commettant des actions qui l'intéressent directement, qui sont à son avantage, qui lui assurent l'existence par des procédés capables de fournir à son corps le bien-être (l'alimentation, l'abri, les vêtements) et la possibilité de se reproduire, doit encore diriger ses facultés conscientes vers la protection et la défense de ses semblables, soit par la connaissance de ses devoirs le poussant au dévouement et à l'abnégation, soit par une impulsion particulière, innée, se résolvant en des accès d'élévation suprême et l'entraînant enfin à s'oublier lui-même, à risquer sa vie, à se sacrifier volontairement pour le bien commun.

En somme, le moi est dicté par une impression psychologique mauvaise, si la raison entend ne pas commander à des agissements qui sauvegardent au delà des intérêts particuliers de l'individu pris comme unité, et l'homme complet, en par fait état d'équilibre moral, doit veiller pour lui et pour les autres.

Si maintenant nous rappelons qu'une impression est nécessairement consciente, nous pouvons résumer ainsi, d'après ce que nous venons de dire, les qualités psychologiques de l'homme :

Les impressions qui donnent lieu seulement à des actes

psychologiques égoïstes, par cela même qu'elles ne peuvent être entièrement favorables à la perpétuation de l'individu, sont en dehors de la morale. Les impressions psychologiques où règne l'altruisme seules sont morales.

La conclusion de ce chapitre est que les impressions psychologiques qui orientent l'homme vers l'amour de lui-même et la haine du prochain sont détestables et laides. Aimer les autres est, au contraire, un sentiment originaire d'impressions psychologiques grandes et belles.

Les peuples conservent une éternelle reconnaissance aux fondateurs de religions, qui ont su se rendre utiles généralement par la diffusion de principes de vie règlementant les rapports des hommes entre eux en vue de l'amélioration du sort de tous et de la prolongation des existences. La même immortalité est acquise aux grands capitaines, aux illustres génies des arts et de la science, car ceux-là ont lutté contre des dangers menaçant quelquefois une race entière, et ceux-ci ont augmenté la durée de la vie humaine ou par des découvertes capitales, ou en procurant aux mœurs des adoucissements salutaires, des joies dont la source est incontestablement moralisatrice.

CHAPITRE VIII

LE RÉACTIONNISME UNIVERSEL

Mais quelle est la durabilité des sensations et des impressions humaines?

La grande loi qui emplit le monde et que le génie de l'homme a découverte avec le secours de la science, c'est le réactionnisme universel[1].

Le temps est éternel, l'espace infini. En dehors de ces réalités énigmatiques, sans commencement ni fin, — immenses problèmes que la raison ne peut comprendre ainsi posés, — rien n'est sans borne, c'est-à-dire que les parties du temps éternel et de l'espace infini sont sans durée perpétuelle et sans

1. J'appelle réactionnisme universel cette perpétuelle association et dissociation des corps simples, soit 77 atomes connus jusqu'à présent et constituant la matière. Ce sont ces atomes que la lumière, l'électricité et la chaleur provoquent, engagent, déterminent continuellement à s'unir ou à se désunir.

étendue illimitées. D'où l'on doit conclure que ce qui n'a ni commencement ni fin reste seul éternel et infini ? Voilà pourquoi ce qui est limité se transforme et ce qui est infini demeure.

La nature vivante, née de la mobilité de l'univers, ne peut durer sans le mouvement dont elle est l'effet. La nature morte, quelle que soit sa composition en tant que combinaison organique ou inorganique, pour rester telle qu'au moment de la cessation de la vie (organique), pour éviter les réactions physiques et chimiques qui la transformeraient (inorganique), pour s'éterniser enfin, a tout à craindre du mouvement. L'inaction, l'immobilité parfaite peuvent seules lui donner une durée infinie.

Mais tout en se perpétuant par le mouvement, la nature vivante, d'anneau en anneau, subit des changements ; elle dure en variant sans cesse.

Mais tout en s'éternisant par l'immobilité, la nature morte ne peut s'éterniser, dans le sens absolu du mot, l'immobilité n'étant pas le principe de l'univers.

Et si la nature vivante et la nature morte (qui constituent la création entière) se modifient fatalement, il va de soi que de faibles détails comme les sensations et les impressions humaines ne peuvent s'affranchir d'une loi aussi rigoureuse.

Par suite, les visions et les bruits terrestres perçus par l'homme font partie de ces faibles détails dépendant, comme le reste du monde, du réactionnisme universel. Ils passent et leur période de durée est plus ou moins limitée.

Un poète de ce temps a dit :

> Ici-bas tous les lilas meurent,
> Tous les chants des oiseaux sont courts[1].

L'homme ne l'ignore pas, et cependant telle est son aversion pour les choses éphémères qu'il est inconsolable, désolé, du fugitif rationnel de ses sensations et de ses impressions, du moins dans ce que ce fugitif a de beau et de bon :

> Il rêve aux étés qui demeurent
> Toujours.

Or un rêve aussi magnifique doit engendrer des désirs effrénés, immenses :

Voir en toute saison ces fleurs d'un jour. Entendre à volonté ces doux bruits qui passent. Voilà ce que l'homme voudrait retenir et fixer, cela et mille autres charmes qui lui arrivent par l'intermédiaire de ses sens, le remuent et l'agitent agréablement en des vibrations trop rapides, hélas !

Mais la mobile nature est indifférente à ses supplications ; elle reste muette devant ses prières. C'est qu'elle ne peut s'arrêter, pour se figer dans un repos absolu, même durant un millionième de seconde, car la grande loi active à laquelle elle obéit est immuable.

1. Sully-Prudhomme.

CHAPITRE IX

DE L'IMMOBILISATION DE NOS SENSATIONS ET DE NOS IMPRESSIONS

Alors, puisque le temps se continue en variations incommensurables, puisque le réactionnisme de la nature, qui est la cause de la vie, est essentiellement l'ennemi du repos, puisque rien n'a de durée illimitée, parce que tout est soumis à un principe de mobilité universelle, où chercher la réalisation de ce rêve de l'immobilité de nos sensations et de nos impressions ?

Répétons tout d'abord que la nature vivante est et dure par le mouvement à la condition fatale de se transformer sans cesse, tandis que la nature morte s'éternise par l'immobilité. Donc, transformer la nature vivante en nature morte est un moyen d'éterniser celle-là. Il s'ensuit que pour rendre attin-

gible cette éternité vivante, il est de toute nécessité de faire mourir la vie et de la conserver telle, c'est-à-dire d'arrêter le mouvement vital à un endroit de son évolution, de saisir les multiples colorations de la lumière naturelle, et d'en fixer les nuances, de retenir les bruits au passage et de les enfermer dans l'écriture, etc., etc.

Cette œuvre propre à fixer nos impressions et nos sensations a été poursuivie passionnément par l'homme aussi bien dans la phase primitive, âge de spontanéité, que dans la phase moderne, âge de réflexion. L'humanité dans la phase primitive a spontanément, par le seul ressort de ses facultés créatrices, visé le même but que celui de la phase moderne qui est l'âge où l'homme dirigé par ses affinités n'en est plus l'esclave absolu, car il se réserve toujours d'en analyser la substance. Or, tout irréfléchi, tout spontané que soit l'âge primitif, l'orientation latente qui a été suivie à cette époque par l'homme, quant à la fixation de ses sensations et de ses impressions, se peut déterminer; c'est à l'âge moderne, à l'aide des procédés scientifiques, bases de la critique, qu'il appartient d'indiquer la voie secrète par laquelle l'humanité a passé pour atteindre à son idéal.

Cette voie secrète, c'est l'immobilisation par l'homme de tout ce qui réactionne, c'est-à-dire se déplace et se transforme dans la nature, et ce travail de suspension vitale, de pétrification, d'embaumement de nos sensations et de nos impressions constitue le principe matériel, technique de l'art.

Sculpte, lime, cisèle ;
Que ton rêve flottant
Se scelle
Dans le bloc résistant[1] !

Et maintenant, à la question posée : Où chercher la réalisation de ce rêve de l'immobilité de nos sensations et de nos impressions ? nous pouvons répondre : Dans cette grande formule d'immobilisation de la nature pour l'application de laquelle la fécondité créatrice de l'homme est inépuisable.

1. Th. Gautier.

CHAPITRE X

DE L'ART (FORMULE)

Mais si l'art est techniquement l'immobilisation de nos sensations et de nos impressions, réalisée par un travail d'arrêt du mouvement (changement, transformation, déplacement), comment concevoir que la vie morte, conservée telle sans décomposition, fournisse à l'homme les mêmes sensations et les mêmes impressions que la vie réelle?

Et d'abord la vie morte, conservée telle sans décomposition, est une œuvre qui peut s'obtenir indirectement, c'est-à-dire par l'imitation de cette vie morte, à l'aide de procédés de traduction ou de transposition ayant pour but essentiel de donner à cette représentation de la nature immobilisée une durée aussi longue que possible.

Or, comme les procédés de traduction ou de transposition, nécessaires pour l'exécution d'un travail imitant la vie

morte et contenant effectivement toutes les qualités propres à nous procurer des sensations et des impressions équivalant à celles de la nature, constituent l'art, dans cette acception, l'œuvre d'art, la copie de la vie immobilisée, devient une sorte de contrefaction qui reste pour nos sens l'objectif artificiel tenant lieu de la réalité et par conséquent pouvant, comme elle, donner naissance à des phénomènes physiologiques visuels, auditifs, etc., etc.

Mais si, dans la vie immobilisée représentée par une œuvre d'art, les phénomènes physiologiques que ce travail imitatif de la nature produit sur nos sens sont identiques à ceux de la vie réelle, pourquoi l'homme, connaissant la valeur intrinsèque de l'œuvre d'art — son existence apocryphe, sa composition impérissable, sa matérialité, conditions initiales qui devraient s'opposer à toute idée de sentiment, — reçoit-il néanmoins les impressions psychologiques dérivées des sensations physiologiques qu'elle procure?

C'est que l'organe directeur, le cerveau, qui sait que ces imitations de la nature sont des illusions, accepte d'oublier qu'il est dupé par ces appareils dont la mission est de recevoir les phénomènes physiques et de les lui transmettre *ipso facto*. Or cette duperie est légitime, puisque lui le premier opère dans l'intention de tromper ces dits sens, ses collaborateurs, qui de ce fait mentent à la raison précisément parce que la raison — la conscience — l'a voulu ainsi[1].

1. Cet état particulier de la conscience est une irrégularité mentale qui se

On le voit, l'homme obtient par les apparences trompeuses, par la chimère, par l'illusion enfin, laquelle est une variété du rêve, ce rêve de l'immobilisation de ses sensations et de ses impressions. Une telle constatation permet de dire qu'une pensée impossible ne peut être réalisée qu'à l'aide d'une impossibilité équivalente.

Mais puisque tromper les sens et s'illusionner par eux est le seul moyen d'immobiliser la nature, l'art c'est l'immobilisation des sensations physiologiques et des impressions psychologiques obtenue à l'aide d'artifices capables d'illusionner nos sens[1].

rapporte bien à la définition de l'illusion. Ainsi M. André Godfernaux a écrit: « On sait que l'illusion se distingue de l'hallucination en ce que l'hallucination est un phénomène de représentation spontané au lieu que l'illusion a toujours une excitation extérieure pour cause ».

1. Voir au chapitre XVI l'examen comparé de diverses définitions de l'art.

CHAPITRE XI

DE L'ART NATURALISTE ET DE L'ART IDÉALISTE

Oui, l'art est une illusion qui éternise la vie par l'immobilité. Mais il existe deux manières d'immobiliser la vie pour en obtenir une œuvre d'art : la première consiste à imiter servilement la nature; la seconde s'obtient par le choix des sensations physiologiques et des impressions psychologiques, en vue d'arriver à réunir dans un travail artistique les meilleures sensations physiologiques et les plus belles impressions psychologiques.

L'imitation servile de la nature mène à la copie exacte des sensations et des impressions. Dans une œuvre d'art de ce genre, les sensations physiologiques seront celles que la nature est capable de nous procurer, et, comme le désordre naturel est inconscient, le bien physiologique sera toujours

uni au mal, et cela sans mesure, fatalement, irrégulièrement, avec tout le négligé et l'imprévu que nécessite l'obtention de la vérité. Les impressions psychologiques y seront naturelles ; ce sera la vie saisie sur le vif, les actions humaines rapportées scrupuleusement, sans omission, les passions et les sentiments vécus.

Le choix des sensations et des impressions de la vie conduit à la production d'œuvres sans vérité naturelle, mais d'un modèle plus perfectionné que nature. Les sensations physiologiques y deviendront des effets physiques complètement satisfaisants pour les sens, le bien étant partout, et le mal nulle part. Les impressions psychologiques seront dans l'espèce de suprêmes beautés morales, des sentiments dominant ceux de l'humanité, inaccessibles aux mortels.

Le travail qui tend à imiter servilement la nature poursuit la recherche de la vérité absolue. Dans ces conditions, l'art qui en résulte atteint son maximum de supériorité par l'application constante de la *précision*. Cette manière d'immobiliser la vie peut s'appeler l'ART NATURALISTE.

L'œuvre de choix des sensations et des impressions humaines, étant faite d'éléments meilleurs et plus beaux que nature, est entièrement la production de l'attention, de l'imagination, de l'idée. Le travail qui immobilise ainsi la vie en l'élevant à un niveau surhumain trouve son summum dans la réalisation de la *perfection* et se peut nommer l'ART IDÉALISTE.

Si le mot esthétique personnifie la science qui traite du

beau en général, l'art naturaliste qui ne recherche ni le beau ni le bien, mais le réel, est sans esthétique.

L'art idéaliste, au contraire, ne peut être que par l'esthétique, puisque sa composition dépend constamment d'un arrangement méthodique propre à donner les meilleures sensations physiologiques et les plus belles impressions psychologiques.

CHAPITRE XII

DU VRAI ET DU BEAU

Etant donné que l'imitation servile des bruits de la nature n'est pas musicale dans le vrai sens de ce mot, la musique est essentiellement un art idéaliste. En effet, la méthode, l'arrangement, la composition, qualités nées de l'ordre, lequel est conscient, sont les moyens uniques servant à l'établissement d'une œuvre musicale. La musique naturaliste impliquerait donc la copie *ex abrupto* des sons d'origine animale ou produits par des phénomènes naturels : or, quelle que soit l'accoutumance de notre oreille relativement à ces bruits, il est impossible de les traduire avec exactitude par l'intermédiaire des cinq tons de la gamme et des deux demi-tons qui constituent les assises ordonnées de la musique.

(S'il est vrai, comme on le prétend, que tous les arts se lient, nous laisserons à d'autres le soin d'adapter les obser-

vations qui vont suivre, et s'adressant aux arts figuratifs ou visuels, à la musique et à la poésie. Nous avons dit pourquoi la musique est idéaliste; c'est tout ce qu'il faut retenir de notre léger contact avec cet art.)

Tout autre est l'art intéressant les yeux : il est naturaliste ou idéaliste, selon que l'œuvre est purement imitative ou de choix.

Quel est le *desideratum* de l'art naturaliste? La PRÉCISION physiologique et psychologique.

Quel est le *desideratum* de l'art idéaliste? La PERFECTION physiologique et psychologique.

La précision et la perfection sont bien les deux points supérieurs, éminents que désire atteindre chacune des variantes de l'art des yeux.

La précision physiologique et psychologique a pour conséquence de fournir des œuvres d'art dans lesquelles la nature se voit telle qu'elle est.

La perfection physiologique et psychologique engendre la production d'œuvres dans lesquelles la nature se voit telle qu'elle devrait toujours se montrer pour être parfaite.

L'art naturaliste est composé de vues et de faits exacts. L'homme s'y reconnaît comme dans un miroir. C'est lui avec ses joies, ses peines, ses passions; c'est lui placé dans le milieu qu'il occupe par goût ou par besoin; c'est quelquefois encore la nature sans lui, mais toujours à lui par la vérité, par la précision objective qu'il y admire. Sont humaines pardessus tout les œuvres qui dépendent de cet art.

L'art idéaliste est tellement parfait qu'il ne peut ressembler à quoi que ce soit de réel; il est constitué de matériaux qui ne se rencontrent jamais ainsi réunis dans la nature. Il est invraisemblable, faux, par rapport au naturel, partant, ce qui intéresse l'humanité n'y est pas représenté sous des apparences de vie possible.

L'art naturaliste tend au vrai absolu, l'art idéaliste au beau pur.

CHAPITRE XIII

HOMO SUM

Des philosophes, des critiques, hésitent à classer l'art naturaliste dans les Beaux-arts, parce que l'imitation de la nature exclut, disent-ils, toute idée d'esthétique. Cependant, le vrai absolu, obtenu par l'immobilisation exacte de la vie, donne, quand il est présent dans les arts figuratifs, des traductions où le sentiment qui s'en dégage est parfois d'une incontestable élévation. Et comment cela ne serait-il pas, puisque les sensations physiologiques que nous procurent les œuvres naturalistes sont l'exacte copie de nos sensations humaines. Il en est de même des impressions psychologiques qui sont l'image textuelle de nos agissements, de nos intérêts, de nos passions.

Le sentiment ne peut être le monopole des œuvres d'art;

la vie seule a ce privilège. Elle le cède simplement à l'art, c'est-à-dire que celui-ci place la source de ses inspirations dans l'étude des sensations et des impressions vécues.

L'art qui dépend de l'imitation servile étant fait de rendus identiques à l'homme et au milieu où il virevolte, le naturalisme est une expression artistique qui n'a besoin d'aucune culture pour être comprise. La foule des individus qui luttent pour vivre, le grand public, est connaisseur dans l'espèce, pourvu toutefois qu'une œuvre d'art lui parle de choses qui sont dans sa sphère d'évolution.

Donc, l'art naturaliste est à la portée de tous; c'est le seul compris des classes pauvres, c'est-à-dire de la majorité humaine. La masse des travailleurs, les petits, les déshérités, les faibles (et la femme est au nombre de ces derniers), se récréent, soit par ris soit par larmes, à la vision ou à l'audition d'un fait absolument vrai de la vie courante. Tous cherchent l'exactitude, la vérité, la précision du sujet, — le sujet dans l'art est composé de l'imitation servile des sensations physiologiques et des impressions psychologiques de la nature, — tous aussi sont comme l'enfant, ils veulent que ce qu'on leur narre en littérature ou en peinture verse exactement dans la physiologie et la psychologie du milieu fréquenté. Or ces conditions simples n'élèvent jamais les sensations et les impressions au-dessus du niveau de l'habituel banal ou du coutumier pratique. Point de savants arrangements, mais de la réalité à outrance, une sensibilité pathétique réfractaire à l'appréciation du sublime; voilà bien la caractéristique intel-

lectuelle des gens dont la notion de l'art est confinée dans la représentation identique de leurs sentiments.

L'art naturaliste étant celui qui égaie, charme et émotionne les foules, est, par cela même, essentiellement démocratique. Le rayer du cadre des beaux-arts serait bien téméraire, car, servi par un artiste habile à faire battre le cœur humain, à conduire des scènes passionnelles, à châtier les mœurs immorales comme à exalter les pratiques honnêtes, il est certainement capable de sensibiliser la fibre, non seulement des nombreux profanes de l'art, mais encore de ceux qui, par métier ou par goût, sont les grands initiés de leur époque, tant il est vrai que ce qui est humain touche aussi bien ignorants que savants :

Homo sum, humani nihil a me alienum puto.

CHAPITRE XIV

DE LA SCIENCE DE L'ESTHÉTIQUE

L'artiste qui veut être franchement naturaliste ne doit avoir de méthode ou de règle que pour la réalisation technique de son œuvre. Faire ressemblant par tous les moyens possibles, voilà la devise à laquelle il doit se rallier. Dès lors qu'il juge le motif qu'il voit digne d'être représenté, il est important que le travail figuratif qui en sera l'image soit l'imitation servile de ce que ses yeux ont vu.

Qu'un peintre s'enferme dans une maison ou qu'il s'installe en plein air pour se livrer à la pratique de son art, c'est en immobilisant consciencieusement le désordre du naturel qui est placé dans son rayon visuel, et à cette condition seule, qu'il conquerra le droit à l'appellation d'artiste naturaliste, appellation faite de la plus entière sincérité. Enfin, son but

unique doit être d'atteindre quand même à la plus grande précision physiologique et psychologique.

Le rôle de l'idéaliste devant la nature est tout différent. Il faut qu'il choisisse; qu'il élimine le laid et retienne le beau. Pour cela il est nécessaire qu'il sente ce qui est parfait et ce qui ne l'est pas, et de plus, qu'il ait le pouvoir de faire le manifeste de cette perfection, c'est-à-dire de l'exprimer visiblement. Or, quand on soumet à l'analyse les œuvres des artistes idéalistes (coloristes et dessinateurs anciens ou modernes), on est enclin à y observer des particularités généralement constatables. De plus l'étude de ces particularités, qui paraissent avoir des déterminantes invariables, dénote que le beau dans l'art est une formule dont la constitution est faite de lois qui, dans leur ensemble, forment précisément la science de l'esthétique.

La méthode qu'il convient de suivre pour l'élaboration de ces lois, qui, appliquées aux arts visuels, conduisent à la perfection, est basée sur le raisonnement suivant :

Nous savons que tout ce qui est visible nous procure des sensations physiologiques et des impressions psychologiques. Les sensations physiologiques sont reçues d'abord et donnent lieu simultanément à des impressions psychologiques. Les sensations sont produites par la lumière frappant les choses et nous décelant leur forme et leur couleur. La forme et la couleur sont deux facteurs objectifs qui engendrent cette subjectivité qu'on appelle l'idée.

Donc, pour arriver à énoncer les lois qui régissent la per-

fection de la forme, de la couleur et de l'idée, la science de l'esthétique doit nécessairement s'appliquer à étudier chacun de ces trois éléments distincts qui constituent l'ensemble du beau visuel. Elle observera par conséquent : 1° la forme belle dans la nature; 2° la couleur belle dans la nature; 3° l'idée belle dans la nature.

CHAPITRE XV

DE L'ESTHÉTIQUE DE LA FORME DE LA COULEUR ET DE L'IDÉE

La forme belle dans la nature ou l'esthétique de la forme est, avec la couleur belle dans la nature ou l'esthétique de la couleur, toute la physiologie esthétique, comme l'idée belle dans la nature, ou l'esthétique de l'idée, représente toute la psychologie esthétique.

L'art naturaliste exige que la physiologie de l'objectivité soit inséparable de sa psychologie visuelle, la traduction exacte de la réalité s'opposant à toute pratique capable d'altérer un des éléments constitutifs quelconques, objectif ou subjectif, du naturel. Il n'en est pas de même de l'art idéaliste, art essentiellement en dehors du naturel; chacune des entités qui le composent recherche, dans l'espèce, sa plus grande per-

fection ; de là il résulte que les esthétiques de la forme, de la couleur et de l'idée demeurent des beautés parallèles dont les intérêts sont antipathiques, leur union ayant pour conséquence de les contraindre à des concessions qui les approchent de la réalité, de la vie, c'est-à-dire de ce mélange de bien et de mal qui est le caractère distinctif de l'art naturaliste. Ainsi, par exemple, la couleur peut n'être, esthétiquement, qu'une pure sensation physiologique débarrassée de la forme[1], qui est la première entité physiologique, et des impressions psychologiques.

Nous allons présenter les lois qui président à chacune des esthétiques de la forme, de la couleur et de l'idée. On observera que ces diverses propositions sont des formules devant conduire à la perfection absolue, au beau pur. Dans ces conditions, les rapports de fins qu'elles avouent en montrant aux philosophes et aux artistes des concordances iconiques n'étonneront personne, leur but étant fatalement limité à la réalisation de trois types de perfection ralliés à une unité, au beau omniscient, à sa représentation qui est l'idéal autour duquel gravitent toutes les autres formes substantielles où les forces naturelles et l'homme se sont ingéniés à faire entrer le plus grand ordre.

Si nous examinons enfin quel est l'objet direct que chacune des trois esthétiques devra viser, nous répondrons :

1. Nous entendons ici de la forme de l'objectivité visuelle, mais non de celle du phénomène lumineux.

1° Que l'esthétique de la forme aura pour but la représentation d'une figure belle dans sa force, parfaite dans sa grâce, et réalisant en toutes ses parties la plus grande symétrie à laquelle les éléments matériels de la nature puissent tendre;

2° Que l'esthétique de la couleur, ou de la lumière colorée, aura pour objet de désigner les conditions physiques qui ont lieu d'être remplies dans une surface colorée afin qu'elle présente le maximum de satisfaction pour les yeux;

3° Que l'esthétique de l'idée aura pour fin la création d'une pensée qui charmera complètement l'esprit et satisfera entièrement l'intelligence, et cette évocation, dont l'habitat sera les régions infinies de l'idéal, s'élèvera jusqu'au summum des qualités conscientes par la possession de la plus parfaite expression morale, qui est la vertu.

CHAPITRE XVI

EXAMEN COMPARÉ DE DIVERSES DÉFINITIONS DE L'ART

> Si j'avais à choisir je trouverais plus galand d'imiter ceux qui veulent, vivans et respirans, jouyr de l'ordre et honneur de leur sépulture, et qui se plaisent de voir en marbre leur morte contenance, heureux qui sçachent resjouyr et gratifier leur sens par l'insensibilité et vivre de leur mort.
>
> MONTAIGNE (*Les Essais*).

Parmi les milliers de volumes qui ont été écrits pour établir une définition de l'art, il existe à peine trois ou quatre formules que l'on cite et qui sont acceptées par les esthètes.

Nous connaissons d'Aristote les quelques lignes suivantes qui semblent s'adresser à l'art : « Tous les hommes se plaisent au spectacle d'objets imités. La cause de ce fait est qu'apprendre est une jouissance très agréable, non seulement aux hommes curieux de savoir, mais même aux autres hommes, pourvu qu'ils puissent participer à la connaissance sans beaucoup de peine et de temps. »

L'art, pour ce philosophe, réside donc dans le sentiment de la curiosité et le goût de l'étude que tout homme doué possède en lui. Cette définition, nous pensons, ne peut s'appliquer qu'à la science, car le désir de savoir est une affinité de l'intellect humain dont les résultats mènent à la connaissance des lois de la nature et aux moyens de les utiliser pour rendre les choses obéissantes et créer. Conséquemment il semble que la formule précitée vise plutôt l'exécution et la technique des œuvres d'art que l'art lui-même, c'est-à-dire la partie scientifique du faire de l'artiste; les procédés, les méthodes qui permettent de réaliser le désir de produire cette imitation dont parle Aristote.

Littré, dans le Dictionnaire de l'Académie, a donné une explication du mot *art* qui se rapproche infiniment de celle d'Aristote :

« Art. — Manière de faire une chose selon certaine méthode, selon certains procédés. »

Le savant linguiste qui s'est arrêté à cette définition n'a pas entrevu, évidemment, la production, l'œuvre qui est l'intention de l'art, mais seulement les moyens pratiques d'obtention, le savoir, le travail. Aussi, cette façon d'éluder la question n'a pas été prisée par tout le monde, tant s'en faut. Des contemplatifs, des spéculatifs, c'est-à-dire des hommes dont la vie se passe dans la constante préoccupation d'atteindre au bien et au beau ont jugé, comme ils le devaient, la définition de Littré. A un érudit qui avait publié un livre d'enseignement spécial ou, si l'on veut, de référence, et qui renvoyait le lecteur au dictionnaire en question afin de fixer son opinion sur le mot qui nous occupe, Charles Blanc, le critique éminent, répondit : « Si l'auteur eût donné en l'expliquant la définition de Bacon : *Homo additus naturæ*, ce qui revient à la définition plus moderne : L'art est l'interprétation de la nature, c'est-à-dire une manière d'exprimer l'âme humaine au moyen de la nature imitée, il eût satisfait le lecteur bien autrement qu'en le renvoyant

au Dictionnaire usuel de la langue française, où il est dit que l'art est une manière de faire une chose *selon certaines méthodes, selon certains procédés,* définition applicable à l'industrie, qui s'attache à l'utile, mais insuffisante à donner une idée de l'art, qui recherche le beau et le manifeste. »

On ne peut rien trouver à relever aux objections de Charles Blanc; du moins son opinion est la nôtre, car on sait déjà que ce qu'il pense de la formule de Littré, nous le pensons nous-même. Quant à la dernière définition que nous venons de mettre incidemment sous les yeux du lecteur, nous dirons, tout d'abord, qu'inspirée par Bacon, elle paraît également être celle du Dante. Voici d'ailleurs comment s'exprime, dans la *Divine Comédie,* le père de la poésie italienne : « L'art humain s'applique à suivre la nature, comme le disciple son maître: l'art humain est donc le petit-fils de Dieu. »

S'il n'y a rien de surprenant à constater ce fait que deux profonds penseurs comme le Dante et Bacon se rencontrent en un point quelconque de la philosophie universelle, il est assurément très flatteur, pour le génie de ces hommes, de remarquer combien la critique contemporaine s'éloigne peu des données de leur conception. En somme, la définition moderne de Charles Blanc absorbe celle du Dante et celle de Bacon, et rien de plus, car, pour ce qui est relatif à l'entendement du mot art, chez les uns comme chez les autres, la similitude est complète, et sous ce rapport, pour qu'aucun doute n'existe, il suffit qu'on veuille prendre la peine de se rendre exactement compte de la pensée exprimée dans chacune de ces trois formules.

Néanmoins, si nous examinons la valeur des diverses définitions que nous venons de rapporter, d'Aristote et de Littré aussi bien que du Dante, de Bacon et de Charles Blanc, nous sommes obligés d'avouer, malgré nos préférences pour celles-ci, que si les premières sont mal appropriées et se dérobent, les dernières présen-

tent une lacune qui les rend insuffisantes et incomplètes. En effet, lorsque Charles Blanc écrit : « L'art est l'interprétation de la nature, c'est-à-dire une manière d'exprimer l'âme humaine au moyen de la nature imitée », le mot art (cela n'a jamais été réfuté) n'a ici comme ailleurs de signification concrète qu'affecté à l'œuvre : or, dire que l'œuvre d'art exprime l'âme humaine au moyen de la nature imitée, c'est déterminer l'intention objective de l'art et passer sous silence le but subjectif, autrement dit c'est ne considérer que l'effet et non la cause, la raison à l'exclusion de l'esprit, le fini sans l'infini. C'est ce que nous allons essayer de faire ressortir par quelques développements.

Et d'abord, pour discuter de la valeur d'une définition de l'art, le premier pas à faire consiste à rechercher la véritable étendue de ce mot dans la perception de nos sens. Ce résultat, que nous avons besoin d'obtenir seulement ici pour la perception visuelle, nous permettra, en toute occasion, de distinguer exactement la part faite à l'art dans les objets divers sortis de la main de l'homme.

Visiblement, les objets sortis de la main de l'homme sont de deux sortes : ceux qui sont utiles au bien-être de l'individu et ceux qui n'ont pas cette qualité.

Les objets utiles au bien-être de l'individu sont : la maison qui l'abrite, les vêtements qui le couvrent, les ustensiles qui s'adressent à sa personne, les appareils et les instruments qui augmentent ses facultés de perception et de mouvement. Ceux qui n'ont pas cette qualité d'utilité dont nous avons fait mention plus haut sont généralement les travaux de représentation pure : par exemple, les tableaux, les statues, etc., etc. Les objets utiles au bien-être de l'homme sont combinés ordinairement comme l'est une machine; ils appartiennent en toute propriété à la science. Les autres, — qui sont des modifications imposées à la matière, lesquelles sont dirigées toujours par un travail conscient, — ont pour caractère essentiel de

fournir des sensations ou des impressions par l'imitation des formes ou des couleurs de la nature. Il faut remarquer que nous n'avons plus affaire, dans ce dernier cas, à des combinaisons utiles et scientifiques, mais à des créations mises au monde pour plaire par leur côté gai ou leur côté sérieux dominant.

Ainsi jugez des nuances :

Une maison composée d'un toit et de quatre murs nus percés d'ouvertures strictement nécessaires pour laisser pénétrer la lumière et renouveler l'air respirable est un simple appareil pour vivre en toutes saisons à l'abri des intempéries de l'atmosphère. Or, dans ces conditions, la bâtisse primitive que nous venons d'esquisser est une œuvre de science et non une œuvre d'art. Si maintenant nous ajoutons à cette construction sommaire des détails, des ornements qui rompent la monotonie des murs en décorant leurs surfaces; si, mieux encore, nous étudions les proportions, la mesure, la symétrie, l'harmonie, l'unité dans les choses pour les utiliser à l'édification de cette maison, c'est-à-dire pour la transformer à l'avantage de nos yeux tout en respectant les fins pour lesquelles on l'a imaginée, nous obtenons alors une conception qui, tout en restant scientifique, se trouve élevée par l'art à un rang supérieur. L'art vient là comme un élément secondaire, et cette *casa* qu'il a agrémentée, qu'il a parée, est une œuvre où le rôle auxiliaire de ce travail d'architecture est bien déterminé. Il ne peut donc y avoir de confusion : quand nous verrons un objet quelconque, d'une utilité plus ou moins accusée, d'usage courant ou d'emploi rare, mais dans lequel nous constaterons la présence d'une tentative d'embellissement, nous dirons : Voilà une œuvre où l'art est auxiliaire (œuvre d'art auxiliaire).

Considérez à présent cette toile peinte entourée d'un cadre, cette statue placée sur un socle ; les sujets quels qu'ils soient importent peu, car l'intention est toujours la même : intéresser par

l'imitation de ce qui nous fait vivre ou de ce dont nous vivons. Ces objets s'accrochent à nos murailles, se posent à un endroit de nos intérieurs ou de nos jardins. Dès lors que la lumière les frappe avantageusement, vous avez tout obtenu d'eux, car leur fonction est d'être vus comme leur intention est d'être sentis, comme leur but est de perpétuer le sentiment. Remarquez encore la nullité de leur utilité pratique; ils sont incapables d'entrer au service des obligations matérielles de la vie quotidienne. Supprimez des milieux que vous fréquentez tableaux et statues, rien ne changera à vos habitudes de machines agissantes, d'exactitude et de régularité organique, d'occupation instinctivement terre à terre. C'est que ces travaux humains sont formés d'un unique et impondérable élément, d'un élément dispensé de procurer au sujet des réalités nécessaires et remplaçant ces espèces tangibles par des souvenirs qui sont autant d'illusionnantes images du vrai, d'un élément, enfin, qui, exempt de tout commerce substantiel avec le corps, ne nourrit et ne soulage effectivement que la pensée. Les œuvres ainsi constituées, pures de toute affectation utilitaire, détenant en soi un bien propre et essentiel, ces œuvres qui n'ont qu'une valeur idéologique, laquelle est positivement ce qu'on appelle l'art, sont en résumé des œuvres d'art intrinsèque.

La fixation du champ d'action de l'art vis-à-vis de la généralité des productions visuelles humaines nous laisse, d'ores et déjà, la liberté de choisir avec certitude, parmi les plus éminentes œuvres, quelques-unes d'entre elles pour leur appliquer expérimentalement telle définition de l'art qu'il nous plaira de présenter. Cette confrontation, d'où doit ressortir l'évidence de nos assertions, peut être simplement faite et avec fruit aussi bien entre les œuvres d'art auxiliaire pour une part, qu'entre les œuvres d'art intrinsèque pour l'autre part et la définition la plus moderne de ce terme capital de l'esthétique. Cependant, pour que pareille opération ait

lieu sans qu'on puisse trouver trace d'échappatoire ou de subterfuge, nous pensons devoir nous adresser de préférence à la catégorie des objets intrinsèquement d'art.

Or le choix de la formule est arrêté; nous avons cité celle de Charles Blanc : « L'art est l'interprétation de la nature, c'est-à-dire une manière d'exprimer l'âme humaine au moyen de la nature imitée. » Il nous reste à jeter notre dévolu sur la toile et sur le marbre irréprochablement grands, afin de permettre à la meilleure des définitions de l'art d'exercer sa logique au contact des chefs-d'œuvre qui sont la plus parfaite manifestation avouée du travail pictural et sculptural du génie de l'homme.

Tout le monde connaît la *Joconde* de Léonard de Vinci; ce joli visage féminin empli du plus inanalysable des sourires.

Qui n'a vu au Louvre *Esclave* de Michel-Ange? ce corps nu, incomparable spécimen de la vigueur physique terrassée par les maux de la pensée.

Ce sont, n'est-ce pas, lecteur, des œuvres qu'on serait mal venu à juger ou à critiquer défavorablement, tant éclate aux yeux des connaisseurs leur réelle beauté.

Eh bien, quelle déclaration la définition de Charles Blanc fait-elle à la *Joconde?* Elle lui dit : Tu es « l'interprétation de la nature, c'est-à-dire une manière d'exprimer l'âme humaine au moyen de la nature imitée ». Certes l'intention de l'œuvre est de faire une démonstration visuelle en concordance avec cette phrase, et point n'est besoin de faire un aveu aussi sentencieux devant une vérité si facilement perceptible. Oui, la *Joconde* exprime, sous les apparences de formes et de couleurs d'un visage de jeune femme, une note pénétrante et suprême de l'âme humaine. Et ce sont justement des récits comme celui-ci qui généralisés ont eu l'honneur seuls jusqu'alors d'être la substance même des diverses définitions de l'art. Mais ces récits, à les prendre exactement, intéressent

surtout la forme du mouvement inhibitoire de l'objectivité, puisque le sentiment et la pensée s'accompagnent toujours, d'après les travaux psycho-physiologiques modernes, de phénomènes moteurs. Il suit de là que l'âme humaine[1] ne peut être exprimée que par des attitudes se rapportant à des états affectifs ou à des émotions. Nous tenons donc ici la preuve scientifique de la matérialité de la formule de l'art de Ch. Blanc, — dans l'espèce, la spiritualité n'existe que par la trompeuse immixtion du terme âme, — car définir l'art en prenant pour base la description des éléments qui constituent la représentation objective des œuvres, c'est agir avec la raison des géomètres et non avec l'esprit des philosophes.

Les œuvres du genre de la *Joconde* ont une existence métaphysique de nature essentiellement distincte du mouvement vital qu'elles expriment. Ce sentiment de douceur riante, répandu sur l'étendue faciale d'un visage féminin, les yeux ravis le glissent jusqu'au cœur qui se trouble devant tant de perfection unie au réalisme de la nature. — Précisément l'œuvre de Léonard de Vinci est authentiquement, dit-on, le portrait de la belle Mona Lisa. C'est donc à une impression transmise que la pensée doit un moment d'heur, puisque, selon l'expression du Dante, le maître est mort et que seul le disciple demeure. Mais qui a fait cet acte miraculeux?

L'art!

Pourquoi et comment?

C'est ici que les définitions objectives devenant insuffisantes nous allons faire entrer en scène notre définition subjective :

Parce que « l'art est une illusion qui éternise nos sensations physiologiques et nos impressions psychologiques en les immobilisant dans des matériaux durables ».

1. Notre âme n'a qu'une forme très simple, très générale, très constante : cette forme est la pensée (Buffon, *Hist. anim.*, chap. II).

A *Esclave* de Michel-Ange la définition moderne de Charles Blanc est tout aussi applicable, car ce merveilleux marbre ne peut se défendre « d'exprimer l'âme humaine au moyen de la nature imitée ». Et quelle âme exprime-t-il? L'âme brisée, malade; l'âme tellement souffrante, tellement agonisante qu'elle semble déjà s'échapper de ce corps, en une flamme visible à la pensée, pour rejoindre les régions idéales.

Si l'art contenu dans une œuvre de cette importance n'est que l'expression mimée d'un état physique ou moral exalté dans une attitude adéquate, la formule de Taine — dont nous n'avons pas parlé parce qu'elle est tout aussi objective que celle de Charles Blanc et qu'elle a la même signification tout en étant plus complexe — contient des affirmations qui, dans l'espèce, peuvent aider à préciser les précédentes sans toutefois ajouter plus de subjectivité à la définition de l'art. « L'œuvre d'art, écrit Taine, a pour but de manifester quelque caractère essentiel ou saillant, partant quelque idée importante, plus clairement et plus complètement que ne le font les objets réels. Elle y arrive en employant un ensemble de parties liées, dont elle modifie systématiquement les rapports. Dans les trois arts d'imitation, sculpture, peinture et poésie, ces ensembles correspondent à des objets réels. »

Esclave bien certainement rentre dans la définition ci-dessus de Taine et s'y complaît : En fait de caractère essentiel, l'œuvre en question manifeste l'extrême tristesse; l'ensemble des parties liées dont l'artiste combine et modifie les rapports, et qui est le moyen, la base de l'exécution, se résout ici en une suite de mouvements, d'attitudes corrélatives au sujet.

On le voit, ce sont toujours les mêmes dominantes qui agissent. Que l'art « exprime l'âme humaine » ou « manifeste quelque caractère essentiel » à l'homme, les nuances se distinguent à peine. L'œuvre est analysée plutôt que définie. La question posée à la-

quelle répondent ces formules est : « Qu'est-ce ? » et non : « Pourquoi ? » C'est l'intention du sujet, exclusivement l'intention que l'on cherche à traduire par une phrase brève et caractéristique et, pour ainsi dire, à mouler dans les symboles d'un aphorisme. Quant au but de l'œuvre, est-ce son extrême élévation qui n'a pas permis de l'entrevoir jusqu'alors ? est-ce parce que le fond en est simple, de cette simplicité qui fait reculer le jugement des compliqués ? Nous ne saurions le dire, mais constatons que la philosophie de l'art s'est constamment tue sur l'affinité de l'homme pour l'éternel ; lui périssable, lui que l'idée de la mort trouble et inquiète, lui qui voit, stupéfait, tout disparaître ou changer dans son rayon vital ; ses amitiés et ses amours, lui enfin intelligence armée pour se défendre, pour se débattre contre l'inexorable fatalité, pour lutter jusqu'à s'illusionner intentionnellement afin de demeurer et qui, avec une volonté admirable, mais vaine, hélas ! espère toujours.

D'ailleurs l'humanité n'a jamais varié quant à l'orientation de son idéal. Le système d'inhumation des Égyptiens (l'embaumement, la conservation intacte du corps humain après la mort) n'est que procédé tendant à la réalisation de cette rêverie de perpétuation, de durabilité poussée jusqu'au dernier degré de la ferveur. Et la loi secrète[1] qui a inspiré de telles pratiques est tellement un principe de théologie de tous les temps qu'on ne peut citer aucune grande religion qui ait prescrit à ses adeptes la destruction immédiate et totale du corps après la mort. Isaïe et le Christ, qui sont les fondateurs des deux plus grandes institutions religieuses de la race indo-européenne, ont condamné absolument la crémation. Et n'ont-ils pas suivi la tradition égyptienne quand ils ont prêché la

1. Cette loi est vraiment scientifique car elle est sortie tout entière des entrailles de la biologie. En effet, nous avons démontré que l'affinité de l'homme pour l'éternel était la conséquence du sentiment de préservation, de conservation et de durée de l'espèce poussée jusqu'aux dernières limites de la pensée.

mise en terre précédée ou non d'opérations pouvant arrêter les causes de putréfaction de l'organisme humain ? Oui, l'affinité de l'homme pour l'éternel est la cause originelle de ces usages auxquels l'athéïsme moderne est indifférent, parce que, pour lui, la poésie de l'âme est une superfétation des sens et la foi d'antan une sorte de névrose provoquée par une éducation systématique. Bref, l'au-delà attingible est violemment discuté par cette école antireligieuse laquelle entend chasser les secrets besoins du cœur au nom d'un rationalisme d'origine cartésienne qui affirme que le désir de durer toujours est un leurre et la transmigration ou la résurrection un mensonge.

Quoi qu'il en soit, les méthodes de perpétuer ce qui nous paraît perpétuable seront longtemps encore les agents choyés de nos aspirations et de nos désirs. Arrêter les sensations et les impressions de la vie et les conserver telles est une action imputable à l'esprit prévoyant comme de conserver ce qui peut sustenter est un acte imputable à la raison prévoyante. La pensée et le corps font provision, individuellement, de la manne nécessaire à l'entretien de la fonction que chacun doit remplir, et le but à atteindre est identique; il est la conséquence de la crainte que nous avons de voir disparaître ce qui nous plaît et nous-même. Mais la loi du réactionnisme, qui est créatrice des modes et des attributs de la matière est aussi la cause dévastatrice initiale; c'est elle qui est maîtresse de l'espace et du temps. Dès lors, la durée lui appartenant, c'est le mouvement inséparable de la durée, c'est-à-dire la mobilité dans les choses qui est coupable et à laquelle il faut ordonner de se réduire, de s'apaiser jusqu'à l'annihilation.

L'art a été créé pour exécuter ce prodigieux dessein que poursuit l'humanité. A l'aide de procédés qu'il a découverts, l'homme travaille de telle facon la matière durable que bientôt elle revêt la forme ou la couleur imitant la nature; puis, enhardi, par une réus-

site croissante, l'artiste-né fait un pas nouveau : comme dans *Esclave* il circonscrit, sous l'aspect d'une attitude correspondant à une idée importante, une expression choisie et élevée qui émane de son cœur ; expression que son génie, à l'égal d'un pieux ensevelissement, immobilise dans le marbre le plus dense et le plus pur que peut produire la terre, et cela pour obtenir la perpétuation d'une rare impression psychologique, d'un délicat et subtil parfum qui s'exhale de l'infini de son organisme mortel, de son âme.

Oui, l'art est une illusion qui éternise la vie par l'immobilité.

CHAPITRE XVII

LA FORMULE DE L'ART DÉMONTRÉE PAR LA THÉORIE DE L'INFINITÉ BIOLOGIQUE

Pour l'être, le monde se compose de deux éléments infinis : l'espace infini, le temps infini.

Le problème de l'infinité de l'espace est une œuvre de volonté que poursuit l'être, par la raison des sciences.

Le problème de l'infinité du temps est une œuvre d'affinité que veut réaliser l'être, par l'esprit des arts.

La connaissance de l'étendue du monde est donc le but de la science, comme la possession de sa durée est le but de l'art.

Il suit de là que la raison scientifique a pour fonction de *savoir*, de même que l'esprit artistique a pour fonction d'*avoir*.

Pour *savoir* l'espace, la science s'appuie sur le plus petit volume appréciable : l'atome.

Pour *avoir* le temps, l'art s'appuie sur la plus petite durée appréciable : l'instantanéité.

Dans le but poursuivi par la science il est des étendues sympathiques qui attirent l'homme et d'autres qu'il fuit par antipathie; la science recherche, dans l'infini de l'espace, les volumes qui peuvent contribuer à le faire vivre bien.

Dans le but que veut atteindre l'art, il est des périodes que l'homme préfère; l'art choisit, dans l'infini du temps, les instants qui sont dignes d'être éternisés dans la vie.

En vérité le but de la science et le but de l'art se rejoignent en un point qui les rallie à une unité : l'infinité ; pour se partager dans l'avenir l'œuvre biologique immense, secret dessein que la nature a suscité à l'homme : vivre bien et longtemps.

L'homme veut tellement connaître, pour vivre bien, qu'il crée des hypothèses : il veut tellement posséder le temps, pour durer, qu'il s'illusionne. Les systèmes scientifiques sont toujours fondés sur des données hypothétiques; les procédés artistiques ont constamment pour base les rêveries de la fiction, car la certitude de l'infinité de l'espace manque à la science, comme l'assurance de l'infinité du temps fait défaut à l'art.

L'hypothèse est une probabilité créée par l'esprit pour contenter la raison des sciences.

La fiction est une erreur créée par la raison pour satisfaire l'esprit des arts.

A la science la nature dit : Tu ignoreras toujours ; à l'art : Tu n'obtiendras jamais.

Le moyen, la voie primordiale de la science pour augmenter son savoir gît dans la continuité de l'effort, par la chaîne humaine, en vue d'élargir de plus en plus la sphère des connaissances acquises.

Le procédé éminent, extrême de l'art pour se rendre maître du temps, c'est-à-dire pour perpétuer la durée de la vie, se résume dans la transmission de cette vie.

Or la raison scientifique et l'esprit artistique trouvent la réalisation maximum de leur idéal dans l'admiration de la nature qui a pour forme vitale la sympathie communicative ou l'amour.

La durée du temps est une simple évolution limitée par la naissance et la mort ; entre ces deux accidents est la vie. Dès lors la vie règle la mesure du temps, c'est-à-dire qu'elle harmonise la durée des battements du cœur de l'homme avec tous ses autres mouvements physiologiques et psychologiques. La vie a donc pour principe le mouvement, lequel est l'équivalent de la durée, puisque la vie ne peut s'arrêter dans le temps et la durée du temps ne peut être que par la vie.

Pour atteindre à l'infinité du temps nous avons dit que l'homme perpétue ses mouvements par la transmission de la vie. Mais cette transmission de la vie est fatalement une transmission de mouvement contenant à l'état indivisible le plaisir et la peine. Or souffrir n'est pas vivre. Partant la vie est constituée d'une durée où seule l'infinité du plaisir est à retenir[1].

Et comment agir pour faire cette sélection ?

Choisir les instants favorables et délaisser les autres est un acte de destruction vitale, car c'est empêcher la continuité de la vie. Cette sélection ne peut donc s'obtenir que par la mort ou l'arrêt du mouvement vital[2].

C'est à la résolution de ce problème que tend l'art.

Penchant vers le *selectionem* des sensations et des impressions

1. Le plaisir est, comme l'observe Leibniz, « un sentiment de perfection et la douleur, un sentiment d'imperfection. » (*Nouv. Essais*, liv. II, ch. XXI.)

2. Notre nature est dans le mouvement, le repos entier c'est la mort. (Pascal.)

humaines, l'art ne peut avoir pour mission de créer comme le ferait la vie.

Cependant l'art n'est point le mensonge, son inclination étant vers la perfection; c'est le bien de la vie que le génie humain accumule sous la forme imputrescible.

Ce n'est donc pas, comme l'affirme J.-M. Guyau, en dernière analyse, la vie, la réalité, qui est la fin de l'art [1], mais la vie écartée du mal, la vie exemptée des erreurs de la réalité, la vie sans la souffrance et sans la mort.

L'art, quoi qu'en dise le délicat penseur que nous venons de citer, est d'essence une fiction et c'est se tromper certainement que d'écrire :

« L'importance de l'action dans le sentiment du beau a une conséquence qu'il faut remarquer : c'est que la fiction n'est point, comme on l'a prétendu, une des conditions nécessaires du beau. Schiller et ses successeurs, en réduisant l'art à la fiction, prennent pour une qualité essentielle un des défauts de l'art humain, qui est de ne pouvoir donner la vie et l'activité véritable. »

Est-ce que parler ainsi n'équivaut pas à accuser la vie d'avoir pour défaut d'être réelle?

Mais si l'art était la vie, l'art ne serait pas, car l'art serait dans la vie et la vie dans l'art.

Une telle confusion mène, comme on le voit, à la négation même de l'art.

« Ose te tromper et rêver », disait Schiller, c'est-à-dire ose t'illusionner pour ravir à la nature l'idéal dont tu as besoin.

— Par conséquent l'art est une illusion...

1. La vie, la réalité, voilà la vraie fin de l'art; c'est par une sorte d'avortement qu'il n'arrive pas jusque-là. (Guyau.)

Or nous savons que l'idéal humain, à ravir à la nature par l'illusion de l'art, n'est autre que la perpétuation des sensations et des impressions les meilleures. Et, perpétuer les sensations et les impressions les meilleures, c'est bien éterniser la vie puisque souffrir n'est pas vivre.

— Il suit de là que l'art est une illusion qui éternise la vie...

Mais l'art qui éternise la vie perpétue des choses sensibles et les choses ne sont sensibles que par le mouvement qui ne peut s'éterniser puisqu'il est la vie réelle. L'homme pour satisfaire à son rêve est conséquemment obligé d'arrêter le mouvement de la vie, ce qui correspond à l'instantanéité ; l'appui de l'art. Et l'instantanéité étant le plus petit instant appréciable, l'art prend alors la plus faible portion du temps, pour nos sens, afin de lui donner la plus longue durée possible.

Mais on sait que la plus faible portion du temps se rapporte au plus court mouvement de la vie.

Enfin le plus court mouvement de la vie est, pour la neurilité humaine, un acte que l'on peut dire immobile.

Donc :

L'art est une illusion qui éternise la vie par l'immobilité.

CHAPITRE XVIII

L'ART ET LE GRAND ART

La théorie biologique, qui nous a servi à démontrer la valeur des éléments qui entraient dans la composition de notre formule de l'art, a fait ressortir un fait qui a son importance; à savoir que l'art de choix, dont le *desideratum* est la perfection, pouvait seul prétendre à l'infinité.

Cependant, cette conclusion, nous pensons, ne dénie pas au naturalisme la qualité d'art; elle lui donne seulement un rang inférieur à celui de l'idéalisme.

En effet, l'art naturaliste est sans esthétique, comme l'art idéaliste est sans réalité [1]. Le premier est le meilleur auxiliaire de la mémoire et du souvenir; le second est le plus complet interprète de l'excellence du bien et de la pureté du beau.

Si le but de l'histoire est de transmettre la vérité aux hommes,

1. On sait ce que nous entendons par ce mot : c'est-à-dire que l'art idéaliste et au-dessus du naturel.

c'est-à-dire de leur rapporter les événements de la vie d'un peuple dans leur absolue intégrité, l'artiste historien doit produire des œuvres dont tout l'intérêt réside dans la précision du sujet, des œuvres d'art naturalistes.

Si le but de la pensée esthétique humaine est de perpétuer les sensations et les impressions les meilleures de la vie, l'artiste, qui aspire ainsi à l'infinité, doit faire graviter ses œuvres autour d'un *microcosme* complet par sa perfection, la perfection de l'art idéaliste.

Par conséquent :

Immobiliser la réalité, comme cela est l'intention du naturalisme, est de l'art; mais immobiliser le beau, selon l'intention de l'idéalisme, est du grand art.

CHAPITRE XIX

L'ART INFINI ET L'ART PARFAIT CONSTITUENT L'ŒUVRE D'ART

I

La définition que nous avons donnée de l'art tend à considérer cette affinité de l'esprit humain comme une sorte de tentative immense dirigée contre cette effroyable logique du monde qui veut que tout soit éphémère et limité, ait une fin et meurt. Les anciens exprimaient cette idée par cet aphorisme : *ars longa*, *vita brevis*.

Il suit de là que l'artiste est un grand amoureux de la vie. D'abord il l'aime pour ce qu'elle est, considérant que le bien qui s'y trouve naturellement est capable de compenser, et au delà, la peine de vivre. Puis, aimant la vie, jusqu'à la désirer *permanente*, il travaille à son œuvre —, à son rêve, — en passionné ; il exalte l'objet de son amour, il étudie pour les lui appliquer les lois de la beauté, il s'inspire enfin de toutes les vérités qui lui sont révélées et cela pour aboutir à la rarissime perfection.

II

Les théories qui voient dans l'art un ensemble de moyens réalisateurs de la beauté et rien de plus font une confusion malheureuse[1].

1. Le véritable but de l'art, c'est de représenter le beau, de réaliser l'harmonie idéale des formes. (Hégel.)

L'art est par sa nature une spiritualité qui prend sa source dans la désespérance pour se jeter aussitôt dans l'effort.

L'homme se désespère à la pensée que le temps le conduit au néant, lui ouvre l'abîme où tout disparaît.

L'artiste s'efforce d'arracher au temps son pouvoir dévastateur.

La désespérance de l'homme est passive; c'est une constatation pénible qui a pour résultat de faire éclore dans son esprit un désir d'infinité.

L'effort de l'artiste est essentiellement actif, il correspond à l'œuvre, qui a pour objet le parfait.

III

La métaphysique fait une distinction entre l'idée de l'infini et l'idée du parfait, sans cependant nier que ces idées s'élèvent en même temps et se répondent symétriquement l'une à l'autre.

« En vertu d'un dualisme qui se trouve dans la Raison elle-même, ces deux idées ont leur origine cachée dans une seule et même analyse; ce sont deux Êtres métaphysiques se soutenant d'eux-mêmes dans l'Empyrée, par simple opposition [1]. »

L'infini de l'espace et du temps, c'est l'indéterminé, le continu, l'illimité, l'inintelligible; ce mot est synonyme de *quantité*.

La perfection de l'espace et du temps, c'est le déterminé, le positif, le concret, l'intelligible; ce mot est synonyme de *qualité*.

Les idées de l'infini et du parfait produisent, par leur relation, les déterminations du monde sensible, c'est-à-dire des représentations. Alors ils se confondent dans le seul Absolu, qui est l'Un, τό ἁπλῶς ἕν.

1. Gédéon Gory, *le Dualisme métaphysique*.

IV

L'art dans son acception la plus pure — pris comme critère pour atteindre à l'infini du temps — est une idée subtile, mystérieuse, absurde. Elle n'est pas un problème que la pensée puisse résoudre. Elle est le silence et l'abîme, car, dans cet état originel, l'idée de l'art équivaut à l'idée de l'infini, laquelle correspond au non-être.

A l'idée de l'art infini ne convient aucun des attributs des choses concrètes qui reviennent à la conception de l'art parfait.

L'art parfait contient tout l'intelligible ou les éléments déterminants des représentations. Il est l'Être, la substance. Conséquemment il n'est plus dépendant du temps, mais de l'espace. Or, ce qui se rapporte à l'espace cesse d'être une spiritualité pour devenir une science.

V

L'idée de l'art infini ne peut donc prendre une forme qu'associée à la conception de l'art parfait. Mais celui-ci, à son tour, prend son mouvement, sa vie dans l'idée de l'art infini.

Seule, l'idée de l'art infini est sans raison et sans corps.

Seule, la conception de l'art parfait est sans souffle; c'est une forme géométrique n'ayant rien de ce qui est humain.

L'idée de l'art infini est d'essence une idée religieuse.

La conception de l'art parfait est éminemment scientifique, et c'est l'esthétique qui en régit les modes.

En résumé, avant de s'unir pour former L'ŒUVRE D'ART, l'art infini et l'art parfait s'opposent l'un à l'autre dans un dualisme métaphysique. L'œuvre d'art en vérité harmonise ces oppositions dans une union qui l'enfante.

CHAPITRE XX

L'ART ET LA RELIGION ONT MÊME ORIGINE ET MÊME BUT ILS DIFFÈRENT SEULEMENT QUANT AUX MOYENS RÉALISATEURS

I

Nous avons dit, au chapitre précédent, que l'idée de l'art infini est d'essence une idée religieuse. En effet, le fond de l'idée religieuse est identique à celui de l'idée de l'art infini. L'un et l'autre sont constitués de cet état particulier de l'esprit humain qui s'émeut du changement de la créature, des mutations continuelles de l'être, des existences bornées et divisibles qui se renouvellent sans cesse par de nouvelles créations. « Il est donc certain, dit Fénelon, que tout est successif dans la nature, non seulement par la variété des modifications, mais encore par le renouvellement continuel d'une

existence bornée. *Cette non-permanence de l'être est ce que j'appelle le temps.* »

Or, assimiler la non-permanence de l'être au temps, c'est, si l'on nous permet de commenter les paroles de l'éminent théologien que nous venons de citer, établir ce rapport métaphysique entre la religion et l'art : **le temps : esprit**[1], et démontrer à la fois que l'infinité[2] est la seule base qu'il convient de donner aussi bien à la formule de la religion qu'à celle de l'art.

L'idée de l'infinité a, en vérité, le pouvoir de contraindre religieux et artiste à un aveu d'impuissance, d'incapacité, d'abdication de la raison, car ces penseurs sont obligés de confesser secrètement leur faiblesse relativement aux moyens défensifs dont ils peuvent disposer pour éviter le formidable écueil de la vie; la lamentable fin que l'intelligence perçoit comme condition dernière de l'être vivant, l'inévitable mort. Alors, ce que cette triste réalité contient en elle de cuisant à l'esprit et d'inconsolable par la volonté de la raison, devient intolérable pour l'imagination obsédée, celle-ci ne pouvant consentir à une reddition qui abaisserait l'homme conscient et pensant au niveau bas de la bête purement instinctive. L'idéologue et le spiritualiste croient que l'homme doit être privilégié dans la nature, c'est-à-dire que tout ne doit pas finir après la cessation du mouvement organique. Et, ce que la raison affirme, disent-ils, l'esprit le nie, accusant la logique des sciences d'ignorer l'inconnaissable.

C'est à ce moment qu'à la désespérance de la pensée succède les ineffables douceurs de *la vision possible d'une survie.* Et c'est

1. Le temps : esprit (religion art); opposé à l'espace : raison (science).

2. « Je mets distinction entre la raison formelle de l'Infini, ou l'infinité, et la chose qui est infinie. Car, quant à l'infinité, encore que nous la concevions être très positive, nous ne l'entendons néanmoins que d'une facon négative... Et quant à la chose qui est infinie, nous la concevons à la vérité positivement, mais non pas selon toute son étendue. » Descartes, *Rép. aux 1es Obj.*

encore ici que l'effort incessant de l'imagination devient si généreux, si abondant en moyens réalisateurs de *la permanence vitale* que deux voies sont ouvertes, par la pensée, pour donner satisfaction à l'esprit libre contre la raison bornée.

II

Le premier de ces moyens est celui qui a été découvert par l'esprit religieux. Il réside dans la création d'une double fiction, l'une externe, l'autre interne.

La fiction externe exige qu'il y ait dans l'univers une force unique et souveraine, et cette toute-puissance est en Dieu.

La fiction interne consiste à associer au corps humain vivant une partie de Dieu même, bien entendu inanalysable scientifiquement, partant inconnue et insaisissable, mais éternelle comme le Tout absolu et qu'on appelle l'âme.

L'âme étant faite à l'image de Dieu va rejoindre, après la mort, les régions célestes où règne le Tout-Puissant du monde afin de reprendre sa place, non pas à côté de Dieu, mais en lui, car Dieu n'est pas seulement l'âme totale de la création semblable à l'âme humaine, il est cette âme elle-même.

— Si, comme certains métaphysiciens l'assurent, l'âme humaine peut être prise pour la pensée, cette pensée, en allant à Dieu dont elle est fraction, cesse de s'agiter dans l'immensité irraisonnable de l'infini pour s'inhiber et se fixer en un point déterminé et connu, c'est-à-dire demeurer en Dieu. Ce phénomène de conscience s'opère par la foi. La foi est donc l'immobilisation de la pensée en Dieu.

Mais les théologiens sentirent bientôt que la perfection même de ce système aboutissait à des antinomies qui éloignaient fatalement la solution du problème de l'éternité de la vie : l'âme pour

retourner à Dieu, infiniment parfait, devait également être infiniment parfaite. Or, la conception religieuse, telle que nous venons de la présenter était inadmissible, incohérente, même, puisque l'humanité, naturellement de composition morale hétérogène, se trouvait supposée exempte des inégalités constatables dans les états de conscience. En un mot, l'individu méchant, vicieux et indigne sur la terre avait son âme située au même endroit du ciel que celle d'un sujet bon, probe et vertueux. Enfin on ne pouvait non plus concevoir qu'une âme aussi imparfaite puisse se fondre dans cette perfection des perfections, qui est l'âme de Dieu.

Pour ces raisons les Pères et les Docteurs imaginèrent un paradis, un purgatoire et un enfer.

L'âme — quoique diversement traitée selon sa qualité morale — devenait ainsi et dans tous les cas immortelle. Ce que la doctrine perdait en grandeur et en simplicité, — par ce fait que toutes les âmes ne retournaient pas à la perfection du Tout absolu, — l'esprit religieux y gagnait un droit très compensateur, celui de s'immiscer dans les choses terrestres, c'est-à-dire qu'ayant charge de rendre le plus possible d'âmes à Dieu, les fondateurs de religion et leurs disciples avaient le devoir de s'efforcer, par une éducation spéciale, de rendre les âmes belles. Pour obéir à ces prescriptions, la théologie fit alors appel à la science, qui, partant de la connaissance du cœur humain, s'appuie sur l'expérience pour énoncer la seule règle de vie assurant à l'initié le bonheur ici-bas et la béatitude éternelle après sa mort.

Cette science, qui à proprement parler est une esthétique morale, se nomme l'Éthique.

C'est ainsi que la religion, obligée de défendre la morale, devint, *a fortiori*, nécessité sociale.

III

Le second moyen d'atteindre à la permanence de l'existence humaine nous a été donné par la voie des arts.

Tandis que l'esprit religieux, pour obtenir un but semblable, n'est pas sorti du domaine de l'idéation et a résolu ce problème cher à la pensée par la pensée même, l'esprit des arts s'est tourné vers la matière, et c'est à son inertie même qu'il a demandé de perpétuer les choses sensibles de l'humanité. A cet effet, l'artiste, pour opérer dans des conditions pratiques, imagine consciemment un mensonge moral lié directement à un mensonge matériel. Ces duperies, l'une externe, l'autre interne, constituent les illusions de l'art.

L'illusion externe de l'art gît dans la reproduction ou la fixation, à l'aide de matériaux pouvant résister au temps, des formes perceptibles par nos sens.

L'illusion interne de l'art se rapporte à cet état passif de la conscience qui se ment à elle-même sachant que ce leurre, qui trompe la sensibilité de la machine humaine, est un acte nécessaire de souple intelligence, puisque, comme nous l'avons dit ailleurs, en agissant ainsi la raison fait à l'esprit, dans un but élevé, une conconcession qui l'honore.

L'illusion externe et l'illusion interne précitées sont dans des termes à ce point intimes qu'elles s'adaptent pour demeurer inséparables. C'est ainsi que l'illusion externe se manifeste par la copie du mouvement immobilisé, tandis que l'illusion interne prend sa source dans ce mouvement reconnu et senti comme le serait un mouvement réel.

L'art, par conséquent, perpétue la vie par l'instantanéité ou l'arrêt du temps. La pensée se solidifie, se cristallise dans l'œuvre

et celle-ci, par sa composition même exempte des fragilités de l'existence non permanente, rend cette pensée transmissible et pour toujours.

C'est par de tels subterfuges conscients que l'art éternise les choses sensible de la vie.

Mais les choses sensibles de la vie ne sont pas toutes également bonnes à conserver. L'artiste qui sait de quelle haute mission il est investi ne peut accepter d'immobiliser ce qui constitue les douleurs et les souffrances de l'être humain, c'est-à-dire l'erreur. Pour discerner le bien et le retenir, pour reconnaître le mal et l'éliminer, il lui faut un tempérament d'observateur, de penseur. Alors il médite, et ses méditations, basées sur l'étude approfondie de la vie, — dans ses actes psychiques et dans ses manifestations plastiques, — lui font découvrir des règles, des lois qu'il classe méthodiquement, les unes pour les appliquer à la fixation des suprêmes beautés du cœur humain, les autres pour les faire servir à l'immobilisation des perfections de la forme vitale. Il suit de là que l'artiste, ce spiritualiste d'origine, devient un homme de science, et comme cette science a pour fin dernière d'éterniser les sentiments par des attitudes corrélatives, c'est à la science des formes, c'est-à-dire à la science de l'Esthétique qu'il demande les moyens réalisateurs des beautés qu'il veut exprimer en des œuvres adéquates toujours à la propre valeur de celui qui les crée.

IV

Jusqu'alors la religion et l'art se présentaient à la pensée méditative sous des aspects assez confus; on y entrevoyait bien de vagues liaisons, mais les méthodes manquaient pour en faire ressortir les caractères connivents. En prenant pour base métaphysique

le *temps : esprit*, opposé à l'*espace : raison*, nous avons pu entrer en possession d'une méthode qui nous a permis d'établir un parallélisme entre la religion et l'art, partant de démontrer :

1° Que l'art et la religion ont une origine commune située dans l'affinité de l'homme pour la permanence de la vie (infinité biologique).

2° Que, pour la réalisation de ce rêve d'infinité, les directions suivies par la religion et l'art sont dissemblables.

3° Que la religion atteint son but en prenant à l'homme l'essence de sa vie, la pensée, pour la fixer à tout jamais dans l'au-delà où Dieu règne, tandis que l'art s'ingénie à immobiliser le mouvement de la vie dans des matériaux terrestres et choisis pour durer.

4° Que l'Éthique et l'Esthétique sont des sciences qui ont appris à la religion et à l'art comment il fallait procéder pour éterniser les âmes belles et les mouvements beaux, seules manifestations vitales dignes de cet hommage.

Ces conclusions parallèles prennent enfin leur expression dernière dans la terminologie de ces deux formules contiguës :

— L'art est une illusion qui éternise la vie par l'immobilité.

— La religion est une fiction qui éternise la vie par la foi.

CHAPITRE XXI

DISSERTATION TENDANT A FIXER LE SENS ET LA VALEUR LEXICOLOGIQUE DES SENSATIONS PHYSIOLOGIQUES ET DES IMPRESSIONS PSYCHOLOGIQUES

Quantité de philosophes et physiologistes ont imaginé des théories établissant le mécanisme et le siège des sensations en général. Parmi les savants modernes, nous citerons deux contemporains dont les travaux scientifiques ont réclamé des conclusions permettant l'énonciation de systèmes psycho-physiologiques en harmonie avec leurs propres observations: ce sont MM. J. Delbœuf[1] et Raphaël Dubois[2].

Cependant les théories émises par ces physiologistes, visant la nature et l'ordre des phénomènes nerveux d'où découlent les sen-

1. J. Delbœuf, *Éléments de psychophysique générale et spéciale.*
2. Raphael Dubois, *Anatomie et physiologie comparées de la Pholade dactyle.*

sations, laissent après elles une certaine confusion, malgré la méthode expérimentale qui les a guidées. Nous ne les suivrons donc pas à la lettre : nous préférons nous inspirer d'elles et d'autres plus anciennes pour la direction d'un plan et la fixation d'idées menant à l'éclosion d'une conception spéciale au sujet qui nous occupe.

Nous admettons avec Aristote dans son Traité de l'Ame, que l'animal ne peut sans le toucher avoir aucun sens : « ἄνευ μὲν γὰρ ἁφῆς οὐδεμίαν ἐνδέχεται ἄλλην αἴσθησιν ἔφειν », que les autres organes (sensoriels) sentent aussi par le toucher ; mais au travers d'une chose intermédiaire : « κάιτοι καὶ τὰ ἄλλα αἰσθητήρια ἁφῇ αἰσθανεται, ἀλλὰ δι' ἑτέρον », tandis que le toucher est le seul qui paraisse sentir directement lui-même : « αὕτη δὲ δοκεῖ μόνη δι' αὐτῆς ».

Ce langage d'un philosophe de l'antiquité dont les moyens d'investigation étaient fatalement bornés, et qui, par cela même, s'appuyait sur les hypothèses ingénieuses et sur l'empirisme, vient d'être confirmé en tous points, après vingt siècles, par la science de nos jours. Or, le niveau actuel de la mécanique biologique et de la physiologie comparée nous autorise à énoncer une théorie des sensations en général, que nous donnons en suivant, et qui se rapproche infiniment, comme on le verra, de la teneur des écrits d'Aristote.

En effet, nous admettons que les terminaisons nerveuses périphériques s'irritent directement ou indirectement sous l'influence des excitants externes. Ces excitants sont des phénomènes agissant au moyen de pressions (arrêt du mouvement de l'air, de l'éther lumineux, des molécules des corps) ou de dilatations (chaleur, électricité). Ces pressions et ces dilatations se communiquent aux masses nerveuses périphériques directement lorsque, comme pour la peau, les muqueuses, la cornée chez l'homme, les terminaisons tactiles sont très superficiellement situées ; indirectement quand,

au contraire, ces terminaisons sont placées dans la profondeur des organes.

Les sens proprement dits sont le siège des sensations. Les sensations sont différenciées par la nature de l'excitant (substances sapides ou odorantes, radiations lumineuses et vibrations de l'air, chocs et température des corps).

Cette différenciation de la nature de l'excitant s'opère dans les organes sensoriels par l'intermédiaire de certains appareils auxiliaires qui permettent aux fibres sensitives de recevoir les pressions variées produites par les vitesses radiales de la lumière, le choc des vibrations de l'air, le contact des molécules solides, liquides et gazeuses. Toutes ces pressions ont une forme. Les sens ont donc pour mission de toucher en quelque sorte les formes des phénomènes qui viennent frapper le corps humain.

L'appareil intermédiaire sensoriel a toujours une structure en harmonie avec l'excitant. Pour l'organe tactile qui sent la forme de la matière et la chaleur de cette matière, le système nerveux périphérique est mis en rapport avec les corps et leur température par le plus simple des intermédiaires. Il consiste, dans la série animale, en un segment externe affectant le plus souvent l'apparence d'une cellule épithéliale pigmentaire ou non pigmentaire. Sous-jacent à ce derme, s'épanouit presque immédiatement le faisceau nerveux périphérique.

Pour les organes visuels, olfactifs et gustatifs, l'appareil intermédiaire est légèrement plus complexe que pour le tact. Entre l'épithélium et les faisceaux nerveux périphériques se trouvent des fibres nerveuses présentant souvent des renflements en chapelet, ou encore des cellules nerveuses bien caractérisées. Les fibres et les cellules sont les terminaisons nerveuses des faisceaux périphériques nerveux. Elles sont entourées, enveloppées d'une substance analogue à celle des muscles volontaires montrant des stries transver-

sales. Un tel assemblage de fibres nerveuses et de parties musculaires forme le segment moyen dont la propriété capitale est d'être contractile. Ces trois parties distinctes, quoique continues, l'épithélium, les fibres lisses et le système nerveux, se succèdent liées l'une à l'autre, constituant une masse élastique bien faite pour garder l'empreinte de la forme de la lumière ou des molécules substantielles, sapides ou odorantes, qui heurtent sa surface. En résumé, ce mouvement de pénétration interne excite mécaniquement la terminaison nerveuse comme si on la touchait.

Pour l'oreille, l'appareil intermédiaire consiste en un liquide gélatineux placé dans les trois cavités de l'oreille interne. Au sein de ce liquide plongent les innombrables terminaisons du nerf acoustique. M. de Corti en a trouvé environ trois mille. Le conduit auditif, la membrane du tympan, la chaîne des osselets, sont des organes qui renforcent, règlent et conduisent les sons jusqu'au liquide gélatineux — détenant dans sa masse les filets nerveux acoustiques — comme les milieux dioptriques de l'œil accommodent la vision, limitent les radiations, et protègent la lumière jusqu'à la membrane contractile rétinienne, laquelle transmet l'irritabilité, c'est-à-dire la sensation visuelle, au cerveau.

La sensation prend naissance à l'instant de l'action mécanique, lors de la contraction du segment moyen (derme et rétine) ou du liquide gélatineux (appareil auditif.)

La pression supportée par la terminaison nerveuse d'un sens quelconque se propage de proche en proche le long des nerfs qui se rendent au centre percepteur et y éveille une perception.

La perception peut être physiologique ou psychologique.

Elle est physiologique lorsque la sensation est agréable ou désagréable, c'est-à-dire plus ou moins en harmonie avec la structure et les forces des organes sensoriels. Ainsi comprise, la perception n'est pas autre chose que le discernement de la forme d'un excitant.

Or, comme discerner la forme d'un excitant c'est percevoir une sensation, la perception physiologique reste limitée à l'appréciation de nos sensations.

La perception est psychologique lorsque la sensation a fait surgir une impression favorable ou défavorable à la perpétuation de l'individu. La sensation se transforme en impression seulement après que l'intelligence humaine a jugé que ce qu'elle perçoit par l'œil, l'oreille, etc., peut, ou non, aider le sujet auquel elle appartient à continuer à vivre. De plus, l'impression contient en elle l'idée d'un acte ou d'une série d'actes à poursuivre afin de lutter contre les événements défavorables ou d'obtenir la continuation d'un état favorable.

Nos impressions sont donc d'ordre psychologique, comme nos sensations sont de nature physiologique.

Cette définition de nos sensations et de nos impressions a le mérite d'être d'accord avec l'entendement de la plupart des écrivains français des XVIIe, XVIIIe et XIXe siècles. Citons quelques exemples :

Ressouvenez-vous, je vous prie, des étranges *impressions* qu'on nous donne depuis si longtemps des Jansénistes.

(Blaise Pascal.)

Un jeune homme toujours bouillant dans ses caprices
Est prêt à recevoir l'*impression* des vices.

(Boileau.)

Et reconnaissez-vous que tout ce qu'il m'a dit
Par quelque *impression* ébranle mon esprit ?

(Corneille.)

Si vous ouvrez votre âme à ces *impressions*...

(CORNEILLE.)

Je m'en vais essayer de vous ôter ces *impressions*.

(Mme DE SÉVIGNÉ.)

Les moindres choses ont fait *impression* sur mon pauvre cerveau.

(Mme DE SÉVIGNÉ.)

La jalousie a des *impressions*
Dont bien souvent la force nous entraîne.

(MOLIÈRE.)

Un si beau sentiment fit tant d'*impression* sur l'esprit des peuples que...

(BOSSUET.)

Un récit si propre à faire *impression* sur les cœurs.

(MASSILLON.)

La *sensation* n'est qu'un ébranlement dans le sens.

(BUFFON.)

Toutes nos facultés viennent des sens ou, pour parler plus exactement, des *sensations*.

(CONDILLAC.)

Les *sensations* répétées souvent nuisent toujours aux sens qui les produisent en raison de la délicatesse du sens, de l'intensité et de la durée de la sensation.

(SENNEBIER.)

Il y a des *impressions* funestes dont on ne revient jamais.

(VOLTAIRE.)

Impression. — Effet qu'une cause quelconque produit dans le cœur ou dans l'esprit.

(Littré, *Dictionnaire de la Langue française.*)

Sensation. — Impression [1] produite par les objets extérieurs sur un organe des sens, transmise au cerveau par les nerfs, et aboutissant à un jugement de perception.

(Littré, *Dictionnaire de la Langue française.*)

Avant l'opération, l'aveugle a fermé et ouvert ses paupières et connaît certainement leur situation. Or, d'ordinaire, aussitôt après l'opération, le jour trop vif l'oblige à les fermer et à contracter la pupille. Voilà deux *sensations* musculaires dont il connaît l'emplacement et qui sans doute contribuent à lui faire situer sa nouvelle *sensation* contre le globle de l'œil.

(Taine, *De l'intelligence*, t. I, p. 113.)

1. Pourquoi Littré a-t-il écrit que la sensation était une *impression,* après avoir dit de ce dernier terme qu'il était un « effet qu'une cause quelconque produit dans le cœur ou dans l'esprit » ? Il est certain que cette méthode de définition qui consiste à expliquer un mot par un autre, qui lui-même a une signification opposée, ne peut être admise. Littré n'aurait-il pu mettre, par exemple, que la sensation était une *excitation* produite par les objets extérieurs sur un organe des sens, etc., etc. ?

DEUXIÈME PARTIE

DE L'ESTHÉTIQUE DE LA FORME

CHAPITRE PREMIER

DÉFINITION DE LA FORME

L'idée d'étendue ou de volume que nous suggère la considération des corps matériels n'est autre que la constatation de ce dessin d'enveloppe qu'on appelle la forme.

Le volume d'un corps étant essentiellement limité, la forme est une masse substantielle limitée, c'est-à-dire séparée de l'espace environnant. Les points de contact d'un corps et de l'espace environnant déterminent la surface de la forme.

Cette surface peut être continue ou discontinue. Continue, elle est invariablement ondoyante ou courbe et ne présente aucune interruption dans son étendue. Discontinue, elle est divisée en un certain nombre de faces dont les intersections mutuelles s'appellent *lignes*.

La représentation de la surface d'une masse substantielle limitée, son caractère continu ou discontinu, sa division en faces planes ou ondulantes, enfin les mouvements ou plutôt les inflexions du champ

de cette enveloppe, dont le dessin est appréciable pour nos sens, constituent esthétiquement ce qui prend le nom de *forme*.

§ I. — *Propriétés morphologiques de l'atome. — La forme primitive de la matière n'est pas perçue par nos sens.*

Si, comme le pensent certains auteurs qui se sont occupés de la science atomistique et comme nous croyons l'avoir démontré nous-même dans un ouvrage sur la lumière physique[1], l'atome est dur, indéformable, de forme géométrique à faces planes et à angles saillants, il s'ensuit que la constitution des corps ou leur architecture atomique est faite d'atomes géométriques assemblés et rangés selon certaines lois physiques. Par conséquent, on peut admettre que toutes les formes matérielles possibles sont dépendantes de ce principe fondamental; elles doivent être regardées comme des compositions faites d'une infinité de petites figures géométriques de dimensions atomiques.

Mais ce principe fondamental, qui veut que toutes les formes originaires de réunions atomiques homogènes ou hétérogènes soient dépendantes de figures géométriques dans l'espace, n'est plus aussi rigoureux, se transforme même, si nous envisageons la faiblesse relative de nos moyens d'appréciations tactiles ou visuels. En fait, le toucher et la vision n'ont pas la sensibilité voulue pour sentir et pour voir l'atome géométrique, qui est, comme on sait, la dernière petite particule d'un corps simple. Ces conditions inférieures de nos sens font que nous touchons et nous voyons des surfaces planes ainsi que des surfaces courbes là où nous ne devrions toucher et voir que des aspérités, des rugosités formées par les angles saillants des atomes. Or l'important pour nous n'est pas de savoir si

1. Cet ouvrage paraîtra après le tome second de ce Traité d'esthétique visuelle.

les formes planes et courbes sont des réalités dont la présence est constatée tout au commencement de la morphologie de la matière, mais plutôt si nos sens en contrôlent l'existence par les moyens qu'ils ont à leur disposition, c'est-à-dire par l'intermédiaire de combinaisons organiques, de membranes musculaires et nerveuses d'une excitabilité insuffisante pour apprécier directement le poids, le volume, la surface d'un atome quelconque. A ce point de vue, on peut dire que les formes planes et courbes existent réellement pour nos sens.

§ II. — *La forme matérielle et la forme substantielle.*

La forme n'appartient pas seulement aux masses atomiques qui, exactement, sont en propre les éléments matériels classés sous le nom générique de corps, car les milieux exempts d'atomes contiennent non plus des éléments, mais un élément différent de la matière : l'éther, dont le caractère substantiel n'est pas douteux (Hirn). Or, la distinction à établir entre la nature matérielle et la nature substantielle d'une forme quelconque est des plus faciles pour peu que l'on accepte de diviser tout ce qui est susceptible d'être perçu par nos sens en deux catégories de phénomènes : ceux dépendant des associations et des dissociations atomiques et ceux nés du mouvement de l'éther, c'est-à-dire de son activité et de l'arrêt de sa force vive (poids).

Dans le premier cas, les réunions atomiques (formes) seront essentiellement matérielles, et comme elles ne peuvent se produire sans la présence intercurrente d'une quantité déterminée d'éther, partant elles seront encore substantielles.

Dans le second cas, les formes constituées exclusivement d'éther, ou bien faites de ce fluide parfait en proportion dominant beaucoup la matérialité atomique, seront uniquement substantielles pour le système sensible humain.

Si nous avions à trancher, par des expressions appropriées, de la question des catégories de formes, nous pourrions proposer de dénommer celles-là des *formes matérielles atomiques,* ou seulement des *formes atomiques,* et celles-ci des *formes substantielles elluthiques*[1], ou seulement des *formes elluthiques*[2].

On observera que la *division extrême* de la matière atomique *indéformable* est une faculté autorisant l'infinie diversité de la forme atomique, de même que la *parfaite continuité* de l'éther substantiel *déformable* est une propriété entraînant l'infinie diversité de la forme elluthique.

§ III. — *La supériorité de la forme géométrique démontrée par la voie du langage.*

Pour formuler, selon les propositions précédentes, les conditions auxquelles la forme (quelle que soit sa nature) est astreinte afin de se montrer parfaite esthétiquement, nous aurons à choisir d'abord entre les formes irrégulières et les formes géométriques ; puis ensuite nous devrons distinguer, parmi les variantes objectives appartenant à la catégorie choisie, la forme qui leur est supérieure.

Pour décider entre les formes irrégulières et les formes régulièrement géométriques, nous pouvons simplement faire parler les mots ou plutôt chercher dans leur signification nos préférences. Nous allons essayer de cette méthode et faire voir combien une telle manière de trancher la question par la terminologie est rapide et précise.

En effet, si nous mettons en comparaison les mots *forme* et *informe,* nous voyons immédiatement que la distinction à établir entre

1. Elluth est synonyme d'éther, voir page 279.
2. En philosophie, nous admettons que le mot substantiel (sans adjonction) doit servir à caractériser le ou les éléments contenus dans un espace quelconque.

ces deux termes porte précisément, d'une part, sur une conception matérielle faite de symétrie et de proportion (forme, du latin *forma*), et, d'autre part, sur une représentation objective dénuée de tout ce qui est symétrie et proportion (informe).

Or, si nous admettons qu'en sa qualité de symbole le mot peint généralement l'objet qu'il représente ou l'idée qu'il exprime, nous ne pouvons nier que l'idée attachée au substantif forme implique une chose objective conçue avec toutes les propriétés physiques qui s'orientent vers la régularité, l'un des attributs de l'ordre[1].

Voilà bien démontré, par la voie du langage, que morphologiquement l'excellence, la supériorité de provenance sensorielle, c'est-à-dire basée sur l'appréciation, le jugement de nos sens, revient entièrement à la forme régulière ou géométrique : il nous reste encore à découvrir, par le raisonnement ou l'expérience, quelle est celle des figures géométriques qui prévaut sur toutes les autres.

§ IV. — *Le critérium de l'esthétique de la forme et la sphère.*

Le problème de l'esthétique de la forme se pose dès à présent de cette façon : « Chercher à connaître la figure géométrique qui réunit les éléments de la plus grande perfection ».

Nous avons vu que le mot forme signifiait par lui-même une objectivité raisonnable. Dire, par exemple : « Ce morceau de pierre a une forme », c'est avouer que nous y constatons au moins des *intentions* de symétrie et de proportion, si ce n'est que ces qualités y existent plus accusées, à l'état de certitude. Mais n'oublions pas de faire remarquer que ce qui est symétrie et proportion dans une

1. L'ordre, comme on le verra au chapitre suivant, est la base de la perfection.

forme quelconque s'accentue dans une forme régulière ou géométrique. La symétrie s'amplifie et devient de l'harmonie; la proportion par la coordination des parties tend vers l'unité. Ainsi se perfectionne le dessin d'enveloppe des objectivités.

On se souvient que nous avons divisé, au chapitre I, les surfaces enveloppantes des masses substantielles (formes en esthétique) en deux catégories : les surfaces continues et les surfaces discontinues. Ces deux catégories de surfaces peuvent donner lieu dans les deux cas à des figures géométriques. Les surfaces continues engendrent des sphéroïdes, et les surfaces discontinues des polyèdres.

Or, on peut prouver expérimentalement que, dans la série infinie des sphéroïdes et des polyèdres, l'harmonie la plus parfaite, l'unité la plus grande, appartiennent à la figure dont *la surface est le lieu géométrique des points équidistants d'un point fixe.*

Ce critérium de l'esthétique de la forme, nous ne trouvons à l'appliquer complètement que pour la surface déterminée par la rotation d'une demi-circonférence autour du diamètre qui la termine. Dans ce mouvement, tout point de cette demi-circonférence décrit un cercle dont le centre est situé sur l'axe de rotation et dont le plan est perpendiculaire à cet axe. La surface en question appartient à un sphéroïde, et parmi ceux-ci elle échoue précisément à la plus réputée de ces figures, à la figure sphérique. La forme qui limite cette surface est la *sphère.*

D'après les considérations précédentes, la figure la plus parfaite géométriquement est donc la sphère.

CHAPITRE II

LA FORME ENTREVUE THÉORIQUEMENT COMME UNIQUE PRINCIPE ESSENTIEL D'EXCITATION SENSORIELLE

I

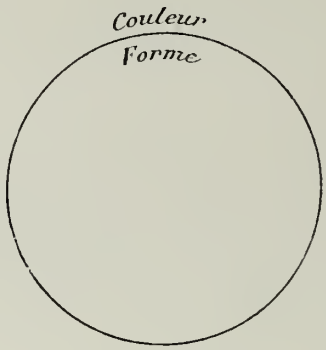
Ce que nous venons d'émettre au chapitre précédent est un exposé des considérations établissant la prédominance de la sphère sur toutes les autres figures géométriques. Mais ces considérations sont dénuées de tout aperçu visuel, car une surface peut être le lieu géométrique des points équidistants d'un point fixe sans qu'il soit besoin du concours de l'œil pour accréditer la supériorité de l'ordonnance de la complexion de telle objectivité. La géométrie démontre non pas aux sens ou à la neurilité de notre organisme, mais à l'entendement, à la raison, ce qui est la vérité ou l'erreur, le parfait ou l'imparfait, et lorsque la science des mesures a répondu à la question posée par une désignation précise, son rôle est terminé. C'est ainsi qu'ayant assigné à la sphère le premier rang quant à posséder la suprême régularité, la géométrie n'est plus directement en cause lorsque, approchant cette figure de la sensibilité de nos nerfs, nous voulons la toucher, la sentir, la connaître enfin esthétiquement.

Dans ce but, il nous faut examiner ce qui, dans la figure sphérique dans l'espace, appartient de droit au domaine de l'esthétique visuelle.

Et d'abord il n'y a de visible dans la sphère que sa surface; tout ce qui est endopériphérique et exopériphérique est invisible.

La surface sphérique est composée du dessin d'enveloppe de la matière et d'une émission d'éther lumineux.

Le dessin d'enveloppe de la matière, c'est ce que nous appelons la forme. L'émission de l'éther lumineux à la surface d'un corps, c'est, à proprement parler, la couleur.



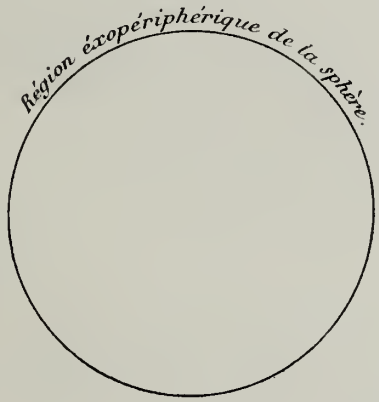
Mais le dessin d'enveloppe de la matière n'est visible que par l'émission de l'éther lumineux de la surface d'un corps; ce n'est donc pas la forme sphérique que nous voyons, mais la couleur attachée à la forme sphérique. Le domaine de l'esthétique visuelle est donc circonscrit dans la coloration de la forme des corps.

Analysons maintenant les éléments invisibles de la sphère: les régions endo et exopériphériques de cette figure dans l'espace.

La région endopériphérique est cachée, elle est sans action sur les nerfs qui détiennent la capacité optique. Par contre, elle est

mesurable comme tous les espaces limités par des surfaces déterminées; elle est par conséquent susceptible d'être explorée par les sciences physiques et mathématiques.

La région exopériphérique est invisible par suite de son impondérabilité. N'étant pas enfermée dans des espaces limités, elle ne peut être explorée que par les sciences qui traitent de l'infini, par les hautes mathématiques et par la métaphysique.



Il suit donc de là que le domaine de l'esthétique visuelle est situé entre deux champs inégalement accessibles à l'entendement :

le premier peut être connu par la voie raisonnable des sciences positives; le second est capable de se laisser découvrir, en partie, par l'effort de la pensée qui est le lot spirituel des sciences spéculant sur les grandeurs abstraites.

Or, si l'on veut bien concevoir que l'esthétique visuelle est localisée dans une surface sans épaisseur, puisqu'elle est purement la limitation de deux étendues volumétriques, — l'étendue de la matière sphérique et celle de l'ambiance de la matière sphérique, — on admettra facilement que la forme et la couleur, par leur contiguïté avec les éléments endo et exopériphériques de la sphère, sont sous la dépendance et par conséquent régis par les certitudes de la logique et par les probabilités de l'idéation, avec une variante d'affinité cependant, — laquelle a pour cause le contact de la forme et de l'étendue matérielle, ainsi que le voisinage de la couleur et de l'étendue idéale de la sphère, — c'est-à-dire que la forme s'orientera vers la logique ou la raison et la couleur vers l'idéation ou l'esprit.

En effet, si nous voulons nous prononcer sur l'esthétisme de la forme et de la couleur (attachées à la forme sphérique), il nous faudra juger celle-là en nous appuyant sur des principes sortis de l'observation, de l'expérimentation et du calcul, et celle-ci en nous rapportant à l'imagination combinante.

Pour la forme, nous mettrons en ligne, par exemple, des expériences concernant les propriétés des aires sphériques et d'où il ressort que le plus grand rangement (ordre géométrique), sous le plus petit volume, appartient à la sphéricité logeante, — laquelle détient conséquemment l'économie maximum. « Il est mathématiquement démontré qu'une capacité sphérique est plus grande que tout autre capacité qui aurait une surface égale à la sienne. » (Brisson, *Traité de physique.*) Ce qui signifie qu'il est possible de juger de la perfection externe d'un corps par l'examen anatomique

de ce corps, ou, si l'on veut, par la recherche de l'ordre géométrique interne.

Pour la couleur, allant de l'objectif au subjectif, de la pensée au sentiment, nous recueillerons les stigmates que les phénomènes de la vie représentative impriment en nous par leur répercussion sur les phénomènes de la vie affective, et nous dirons avec crainte le rouge du feu; avec envie, le jaune de l'or; avec désir, le rose féminin; avec quiétude, le vert des arbres; avec sérénité, le bleu du ciel; avec satisfaction, le violet des lilas; avec joie le blanc des perles, des dents, des mains; avec tristesse le noir du deuil; avec effroi le ton jaune verdâtre cadavérique, etc., etc.

Et ces jugements, qui ont pour fonction de mesurer les rapports de l'organisme de la forme et de la composition de sa couleur à la finalité de la sphère, où trouveront-ils leur expression principielle?

Se retranchant derrière les probabilités de la science pour la forme et derrière les probabilités de la métaphysique ou plutôt de la psycho-physique pour la couleur, ces jugements auront pour bases la recherche de la précision de la forme réelle et de la vérité de la couleur naturelle.

Mais précision et vérité sont des termes que nous savons déjà être le patrimoine d'une esthétique qui commande à un art confiné dans l'imitation servile, le rendu identique des choses terrestres, le stéréotype de l'existence : à l'art naturaliste.

II

L'art naturaliste, qui implique la vie immobilisée par des procédés durables, associe la forme, la couleur et l'idée si étroitement qu'ils se confondent en une seule excitation nerveuse : la sensation visuelle. Distraire de cette triple union l'une des entités qui la constitue est de toute impossibilité dans l'espèce, puisque la forme ne peut être sans une coloration, la couleur sans une forme qu'elle enveloppe, l'idée sans la représentation d'une chose ayant forme et couleur. Dans ces conditions, l'analyse que nous avons faite précédemment de la sphère et qui nous a conduit, par suite de la vue de l'objet sous son aspect réel, à présenter des conclusions classant cette exhibition visuelle dans l'art naturaliste, ne peut servir à l'étude pure de la forme intrinsèque, isolée et dissociée des deux autres entités qui l'accompagnent normalement quand elle veut exprimer la vie.

Mais à rompre ce faisceau sympathique en distrayant l'un de ses éléments essentiels, on risque de tomber dans un milieu dénué d'organisme, puisque la vie ne pourra plus le remplir, étant donné que la fonction visuelle, jusqu'alors spécialisée dans la distinction de l'objectivité naturelle par l'unique voie des yeux, se trouvera, de fait sinon annihilée, du moins réduite et transformée.

En effet, écarter la forme de l'objectivité de la fonction visuelle, c'est enlever à la vie son essence, car la vie est un phénomène ayant, comme tous les autres phénomènes, son origine dans l'association des forces naturelles, lesquelles ne peuvent être forces sans être formes.

Seulement, en écartant la forme de la vie, ou, pour mieux nous faire comprendre, en la débarrassant, cette forme, de ce que, par

un ensemble de coordinations perceptrices, nos nerfs peuvent y découvrir à la fois de sensible, en dehors d'elle-même, cela faisant, nous tendrons vers un examen plus profond de la forme, car pour la connaître nous l'isolerons des troubles et des aberrations de la physiologie et de la psychologie humaine.

Puis, comme l'objectivité de la fonction visuelle, de laquelle la forme est distraite, reste théoriquement composée d'effets physiologiques dépendant de la couleur et d'effets psychologiques émanant de l'idée, nous pourrons essayer également de dissocier cette nouvelle union binaire (qui est d'ailleurs une antinomie visuelle) afin d'étudier chacune de ses parties, comme nous voulons le faire pour la forme, c'est-à-dire dans le sens de phénomènes agissant en dehors de nous. Ce travail terminé, nous aurons obtenu la dislocation totale de l'objectivité qui provoque la fonction visuelle, et c'est la forme qui en aura été l'occasion.

Enfin, tandis que nous aurons ainsi fractionné les éléments de l'objectivité de la fonction visuelle, rien ne s'opposera encore à des expériences qui ne peuvent manquer de nous intéresser et qui consistent à présenter la forme, la couleur, et l'idée partitivement au toucher de la neurilité de notre organisme, c'est-à-dire qu'après avoir entrevu isolément comme phénomène extérieur ces trois entités de la vie, nous les observerons séparément quant à l'action qu'elles sont capables de produire à l'intérieur des appareils récepteurs et percepteurs des sensations.

III

Pour analyser l'objectivité qui provoque la fonction visuelle en considérant les trois entités qui la constituent sous les apparences de

trois phénomènes complètement isolés, il est nécessaire de déterminer, tout d'abord, ce qui peut donner matière à analyse dans un phénomène quelconque.

Un phénomène (entendu ici dans le sens de conception des forces naturelles) est une portion définie des éléments substantiels totaux de l'univers. Comme toutes les parties d'un tout, cette portion est constamment appréciable scientifiquement, en premier, sous le rapport de sa nature, et en second, sous le rapport de sa grandeur dans l'espace. C'est par conséquent, d'une part, à l'analyse qualitative, et d'autre part à l'analyse quantitative qu'il convient d'user des moyens à elles attribuer pour fournir sur le phénomène que l'on présente à leur contrôle les renseignements demandés.

Voyons donc s'il est possible de connaître la nature et la grandeur de la forme, de la couleur et de l'idée par voie analytique, progressive et méthodique.

Commençons par appliquer les procédés de l'analyse qualitative à la recherche de la nature des trois phénomènes en question.

Quelle est la nature de la forme? Voilà le premier problème à résoudre.

La forme étant la surface limite dans l'espace de la substance d'un phénomène, sa nature doit être identique à la nature du phénomène; la forme est conséquemment de nature substantielle.

Or, si nous soumettons la couleur et l'idée à la rigueur de l'analyse rapide que nous venons de faire agir pour fixer la nature de la forme, nous trouvons enchaînés aussitôt des raisonnements qui, malgré leur caractère simpliste, n'en sont pas moins réguliers et concluants.

En effet, ou le phénomène est substantiel ou il ne l'est pas. A ceux qui distinguent la notion de phénomène de la notion de substance, nous demanderons sur quels fondements puisés dans les

sciences modernes est établie la preuve de telle assertion? Il nous suffit de rappeler que les savants de ce siècle, qui distinguent la notion de phénomène de la notion de substance, sont tous ralliés à la théorie qui veut que la chaleur, la lumière et l'électricité soient des différenciations du mouvement des molécules matérielles (théorie des forces vives) et non une action de l'éther. D'ailleurs ces intellects renient absolument l'existence de l'éther; des agitations atomiques en tiennent lieu et permettent ainsi d'enlever des trois phénomènes précités jusqu'à l'idée de la notion de substance. Ces données sont précisément les fondements ingénieux qui ont servi à établir le principe des forces vives.

Cependant l'accord du monde savant est loin d'être fait sur ce principe. « Ces forces remplissent-elles au moins les conditions sans lesquelles on ne peut l'appliquer? » L'interrogateur est M. J. Bertrand de l'Académie des sciences, qui répond aussitôt : « Rien *a priori* ne le rend vraisemblable[1]. »

Par conséquent, nous sommes autorisés à dire que dans les sciences rien ne s'élève contre cette affirmation que le phénomène n'existe qu'à l'état de substance. Il suit de là que nous ne commettons aucune hérésie scientifique en nous inspirant entièrement dans cet ouvrage de cette base théorique primordiale.

Donc, suivons le cours du raisonnement que nous avons fait débuter par l'énonciation de la nature du phénomène.

La couleur et l'idée sont, avons-nous dit, des phénomènes à l'égal de la forme et faisant partie de l'objectivité qui provoque l'effet visuel. La couleur et l'idée sont des phénomènes? Ceci ne semble pas contestable pour la couleur, laquelle est proprement de la lumière différenciée par la variabilité des vitesses émissives capables de pressions rétiniennes; mais que peut être l'*idée* d'une

1. J. Bertrand, *Thermodynamique*.

objectivité figurant dans l'espace, sans contact avec nos sens, quand nous savons que les représentations mentales — qui donnent lieu à des phénomènes moteurs purement internes (contraction organique, vasculaire, viscérale), lesquels au fur et à mesure et en se coordonnant à des mouvements musculaires correspondent à des associations d'idées — sont produites par la série des images que nos yeux reçoivent du monde externe ? Évidemment, pour donner à la pensée le nom de phénomène, ce n'est pas dans ce qui est en dehors de nous qu'il est possible de réaliser ce projet, puisque seul le rapprochement des objectivités du monde externe et de notre toucher neural occasionne la représentation mentale entendue dans le sens d'images motrices constituant chez la plupart des individus la pensée abstraite[1]. Mais à cela près qu'il faut rechercher le phénomène de l'idée en nous et non dans les choses qui le déterminent, celui-ci est, puisque les représentations mentales sont des mouvements contractiles d'inhibition ou, si l'on veut, de l'activité retardée à la façon d'un ressort dont l'action serait momentanément suspendue ou réservée. Il suit de là que l'idée qui a pour origine la vision d'une figure dans l'espace se manifeste par une contraction organique interne ou une pression, et que la lumière, résultat de la vitesse moyenne de l'éther (300 000 kilomètres par seconde) dans des milieux perméables pour lui, est aussi une pression. Or la pression inhibitive de l'idée et la pression dynamique, puis dynamogène, de la lumière sont des phénomènes ayant droit, comme nous en fournissons les preuves à la troisième et à la quatrième parties de cet ouvrage, à l'appellation de substantiels. L'analyse qualitative de la couleur et de l'idée révèle donc qu'à l'exemple de la forme, leur nature est substantielle.

Passons, à présent, à l'examen par l'analyse quantitative de la

1. André Godfernaux, *Le sentiment et la pensée.*

forme, de la couleur et de l'idée, afin d'opérer en critiquant la grandeur de cette trinité inhérente à l'objectivité la plus parfaite des figures géométriques.

Pour aller à la découverte de la grandeur de la forme sphérique, nous ne pouvons penser à porter notre attention sur le volume de la sphère, la forme n'étant qu'une surface limite d'une figure dans l'espace. Nous dirons même surface limite quasi sans épaisseur, car, d'après nos assertions antérieures, il apparaît que la forme n'est qu'une sorte de duvet micro-pelliculaire aussi peu matériel qu'il est possible, ce qui, entre parenthèse, est théoriquement la démonstration la plus positive et la plus rigoureuse que l'on puisse faire de la grande part réservée à l'idéal, dans une œuvre d'art, puisque la couleur est située par-dessus la forme, en quelque sorte, et l'idée régnante totalement dans les espaces exopériphériques de l'objectivité sphérique.

La grandeur de la forme est, en raison de ce que nous avons dit plus haut, une expression qui aboutit à un terme mieux défini : la surface limite de la sphère. Et c'est à une formule géométrique bien connue qu'appartient le dernier mot du problème : $4\pi r^2$.

Il reste encore à fixer les grandeurs de la couleur et de l'idée :

Nous avons attribué à la couleur et à l'idée la qualité de phénomène, l'un très effectif en dehors de nous, l'autre présent seulement dans l'intimité de notre organisme, et nous les avons même assimilés à des pressions, donnant ainsi à penser que tout ce qui se meut, agit ou tend à agir est constitué ou de matière atomique ou d'un élément autre que cette matière, mais cependant substantiel. Or, la nature substantielle de la couleur et de l'idée étant établie sur la notion de phénomène, il découle de là que ces deux entités sont des formes dont les grandeurs sont sujettes aussi de la formule applicable à la surface de la sphère par suite de la conti-

guïté successive de la forme, de la couleur et de l'idée, évidente d'ailleurs dans toute objectivité.

La conclusion que nous suggère maintenant l'ensemble de ces explications antérieures est tout à fait inattendue. Nous cherchions à définir la nature et la grandeur des parties constituant en triple la représentation extérieure visuelle de la plus belle figure dans l'espace de la nature et de l'art et nous avons obtenu les résultats visés entremêlés d'une observation qui ne manque pas d'originalité : nos investigations qui procédaient par analyse ont abouti à un extrait synthétique, à savoir que la forme, la couleur et l'idée existent réellement sous les espèces et apparences de formes ralliées à une unité que nous savons être le summum de la perfection plastique, à la sphère.

IV

Nous venons de voir que les représentations extérieures, qui donnent naissance à la sensation visuelle, peuvent être considérées comme étant constituées de deux éléments effectifs, la forme et la couleur, qui, au contact de notre appareil optique sensoriel, s'augmentent de l'idée, le tout se résolvant ainsi en un phénomène unique, la vision, ayant pour base la systématisation d'un principe morphologique d'excitation.

Mais, de même que ce principe morphologique d'excitation visuelle, nous pouvons le concevoir, groupant la forme, la couleur et l'idée pour agir simultanément et procurer une perception par la seule action de la lumière sur la rétine, de même il nous est permis également de l'examiner fragmenté précisément en trois parties composant le groupe que nous venons de dénommer. Et ce principe d'excitation deviendra, par le fait que nous ferons agir in-

dividuellement la forme, la couleur et l'idée sur l'étendue de notre sensibilité, constatable en autant de modalités que le comporte la différenciation dans l'irritabilité de ces phénomènes.

Ainsi la forme ne sera perceptible que par le sens du toucher, la couleur par les yeux, et l'idée, qui n'est plus une sensation suivie d'une perception, mais une représentation mentale déterminant une émotion, sera ressentie à l'état de phénomène moteur interne. Ces modalités sus-désignées sont d'ailleurs causées par les localisations de la sensibilité neurale, laquelle, pour recueillir avec plus de précision les nuances infinies des excitants, divise, partage, sectionne l'irritation totale et la spécialise. On comprend que cette spécialisation permet d'atteindre à des perceptions qui sont d'autant plus lucides et délicates qu'elles mettent notre organisme sensible à l'écoute de moins d'actions venant de l'extérieur.

La perfection sensorielle gît donc dans la dissociation des éléments de l'objectivité visuelle ou dans leur isolement à travers le fond sensible de notre organisme.

Il suit de là que la perfection de la forme, de la couleur et de l'idée ne peut être une perfection simultanée ou totale, mais successive ou partitive. La forme sera belle, la couleur sera belle, l'idée sera belle, si toutefois chacune de ces entités de la vision vit d'antipathie avec ses congénères [1].

Or l'art idéaliste qui cherche la perfection summum trouve ici des assises qui peuvent servir à l'édification de sa formule. Non seulement cet art sera plastique, polychromatique, sentimental, distinctement et sans mélange, mais encore il tendra vers la perfection la plus haute de la forme, de la couleur et de l'idée, et

1. L'antipathie de l'esthétique de la forme, de la couleur et de l'idée que nous découvrons ici par la voie théorique est-elle évidente dans la pratique du grand art? C'est à cette question que nous avons voulu répondre au tome second de cet ouvrage. On verra, à la lecture de ce document, que la pratique confirme la théorie.

comme nous savons que ces trois hypostases sont des phénomènes au contact de nos sens se présentant sous des aspects morphologiques dont le type essentiel est de forme sphérique nous pouvons dire de l'art idéaliste qu'il s'oriente vers la perfection esthétique comme l'art naturaliste se dirige vers la précision réaliste.

La définition de l'unité et la loi de l'esthétique de la forme.

La portée des dissertations théoriques qui précèdent semble devoir s'étendre bien au delà de nos prévisions. Plus notre étude de la forme a été poussée et plus nous y avons entrevu combien il était important de suivre graduellement et dans toute leur rigueur des développements donnant en somme un gain aussi inattendu. Et n'est-ce pas un gain que d'obtenir par le raisonnement une chose simple?

Pouvions-nous supposer qu'entreprenant l'analyse de la forme, au sens esthétique du mot, nous serions entraînés aussi avant et dans une direction si peu fréquentée qu'on serait presque disposé à croire que nous nous sommes égarés? Certes, que bien des esprits s'effrayeraient quand, examinant la place à conquérir dans les sciences actuelles au profit de la donnée qui tend à investir la forme du seul pouvoir d'excitation sensorielle, ils compteraient les étapes à parcourir et les luttes à soutenir pour défendre jusqu'au bout une thèse aussi bizarre! Remarquons que la bizarrerie n'existe là que s'adressant à une conception surprenante par sa nouveauté et non par son extravagance.

Quoi qu'on puisse penser, nous dirons qu'une foule de réflexions nous invitent à faire de cette conception notre appui. D'abord, et nous l'avons déjà dit, parce que c'est une chose simple et que les dons les plus précieux et les plus rares de l'imagination combinante visent constamment ce but à l'exclusion de tout autre. Puis,

parce que cette chose simple — qu'on exprime complètement en disant qu'elle est la surface limite de tous les corps, quelle que soit la figure régulière ou non que ceux-ci représentent dans l'espace — nous ramène esthétiquement à une chose plus simple encore : à la première forme.

Nous n'en demandons pas davantage pour agréer l'idée inédite qui est sortie des entrailles de la plus belle forme de la nature et de l'art; et, comme notre étude de la sphère n'est pas terminée, nous allons continuer nos investigations en attaquant une question qui n'a pas été posée : il s'agit de l'origine de cette perfection de la forme.

Après la connaissance de la nature et de la grandeur d'un objet, il ne reste plus qu'à essayer de s'identifier aux causes qui l'ont fait ce qu'il est : à son origine.

On se souvient que nous avons dit que l'ordre interne ou géométrique de la forme impliquait sa perfection externe, laquelle peut se prendre pour l'ordre esthétique.

L'ordre géométrique est sous-jacent à l'ordre esthétique, puisque la surface de la sphère qui constitue la forme a une épaisseur purement imaginaire, c'est-à-dire qu'elle n'existe que par la contiguïté de la matière volumétrique avec l'enveloppe micro-pelliculaire de cette matière. L'ordre géométrique et l'ordre esthétique sont donc immédiatement voisins; l'un est seulement l'enveloppé et l'autre l'enveloppant. Ce qui n'empêche pas à la science d'opérer de la périphérie au centre et à l'art d'agir de la périphérie à l'infinité de la forme, actes qui démontrent péremptoirement que la raison et l'esprit marchent en sens contraire et n'ont de contact qu'en la périphérie de la forme.

Donc cette surface limite est le point où se terminent, d'une part la beauté scientifique par l'ordre interne, d'autre part, la beauté esthétique par l'ordre externe; et ce point est une fin commune qui,

semblable à toutes les fins, implique un commencement. Or, si la fin est commune, le commencement doit l'être également; c'est la perfection même des systèmes sphériques qui le veut.

Seulement, comme il ne peut être fait allusion, dans l'espèce, qu'au commencement et à la fin des espaces volumétriques occupés par la science et l'art, nous ne voyons pas la possibilité d'éviter les alternatives de ce dilemme : « Trouver le commencement d'un volume limité par une surface parfaitement sphérique et découvrir le commencement d'un volume exopériphérique infiniment illimité. » N'insistons pas : ce serait vouloir raisonner de l'irraisonnable.

Nous ferons observer qu'il vient de se vérifier, à l'instant, cette vérité énoncée plus haut, à savoir qu'à une fin commune il faut, dans l'espèce, voir un commencement commun, puisque les espaces terminaux de la science et de l'art n'ont ni l'un ni l'autre de commencement. Et ce fait constaté d'identité de tenants et d'aboutissants, ou plutôt de confins, ne nous laisse plus de doute sur l'origine de ces espaces; ce ne peut être indiscutablement que la même pour les deux. Il est donc certain que si nous obtenons l'origine de l'un, nous aurons implicitement celle de l'autre.

La plus connue des étendues endo et exopériphérique de la sphère est celle qui est réservée à la science. Elle est située immédiatement sous la surface limite qui constitue la forme et s'étend à la totalité volumétrique de la sphère. Ce domaine de la science a tellement été exploré qu'il n'est pas supposable qu'un document quelconque, sorti de l'expérience ou du calcul, ne vienne nous initier à l'origine que nous cherchons, ou tout au moins ne nous aide à la découvrir.

Voyons :

« De toutes les figures rentrantes, a dit Laplace, la figure sphérique est la plus simple, puisqu'elle ne dépend que d'un seul élément, la grandeur de son rayon. »

Observons que ce rayon, par le mouvement, peut créer le volume de la sphère en même temps que sa surface. Par conséquent, il est d'ores et déjà le créateur absolu de la science, puis de l'art, dans ce que ce dernier a de constatable par nos sens : la forme et la couleur. Enfin il est encore le substratum des milieux impondérables de l'art, de ceux où l'esprit est libre dans l'immense expansion de l'infini, car on peut toujours, à l'aide d'une excitation anormale et exagérée, s'illusionner assez pour donner à ce rayon, — qui représente la grandeur ou l'élévation des pensées humaines, — une portée toujours moins limitée.

Donc le rayon en mouvement est le créateur de la forme; il en est l'origine. Ce rayon, qui est une ligne droite, nous incite à faire les réflexions suivantes :

1° La forme est sous la dépendance du mouvement; c'est pourquoi on peut dire avec les biologistes : « Qui a vie a forme, et qui a forme a eu mouvement. » De plus, ce dernier exposé témoignant de la relation intime qui existe entre la forme vitale et le mouvement; les affinités de la vie se traduisant par des mouvements et ceux-ci par des spécialisations de la forme, on conçoit que M. Ledos ait pu écrire :

« Les formes sont les signes qui constituent le langage physionomique. L'histoire de l'homme, de ses aptitudes, de ses inclinations, de ses maladies, en un mot sa destinée tout entière est inscrite dans l'expression de son visage et dans sa forme corporelle. »

2° Si l'on considère la vitesse progressivement plus accélérée du rayon depuis le centre de la sphère jusqu'à la périphérie infinie, on observe que l'esprit est plus actif que la raison, mais que l'activité de l'esprit tourbillonne dans des régions incohérentes, tandis que celle de la raison se poursuit dans des milieux réels, partant que l'immobilité est sage et l'agitation démente ; ce qui nous laisse à penser que le mouvement du savant est cantonné dans des exercices

prudents et nécessaires, et celui de l'artiste dans des virevoltes délirantes et illusionnantes.

Ces réflexions, nous les terminerons enfin par une remarque dont nous nous servirons ensuite pour édifier la loi de l'esthétique de la forme :

Une action — celle du rayon en mouvement — qui produit à la fois le volume et la surface de la sphère, unissant ainsi dans une même origine l'ordre interne ou l'ordre géométrique et l'ordre externe ou l'ordre esthétique, n'est-elle pas génératrice ou, si l'on veut, *une* dans la fonction ?

Si oui, la définition de l'unité de la forme esthétique se doit déduire comme suit de ce qui précède :

L'unité est le principe essentiel qui crée la forme en reliant son origine à sa fin et en accordant ainsi toutes ses parties (*harmonie*).

Enfin l'esthétique de la forme peut trouver sa loi dans la formule que nous donnons ci-dessous, laquelle a pour fondement l'étude que nous venons de faire concernant la forme ainsi que l'énonciation de l'unité de la sphère :

La beauté de la forme consiste en la réalisation de l'ordre géométrique dans l'apparition de l'ordre esthétique, ordres dérivés simultanément d'un seul principe initial qui est l'unité.

CHAPITRE III

TABLEAU TERMINOLOGIQUE DE LA BEAUTÉ DE LA FORME

Nous avons construit un tableau qui est le résultat de notre travail théorique du chapitre antérieur. Nous le présentons sous l'aspect d'une terminologie de la beauté de la forme, afin que l'on puisse comparer la classification des expressions qui s'y trouvent contenues et leur valeur esthétique aux termes mêmes dont l'emploi, fait à différentes époques par des philosophes et des artistes, avait pour but la divulgation de principes, plus ou moins exacts, donnant la composition de la beauté. Nous allons prendre un peu partout ces explications, la plupart formulées avec concision, et l'on constatera que tous les aphorismes s'appliquant au beau pur sont dépendant des éléments constitutifs du tableau ci-après.

BEAUTÉ DE LA FORME

	ORDRE ESTHÉTIQUE	ORDRE GÉOMÉTRIQUE	
	UNITÉ OU HARMONIE		
ART	Esprit	Raison	SCIENCE
	Dulci	Utile	
	Grandeur ou excès	Économie	
	Variété	Symétrie ou régularité	
	Apparence	Réalité	

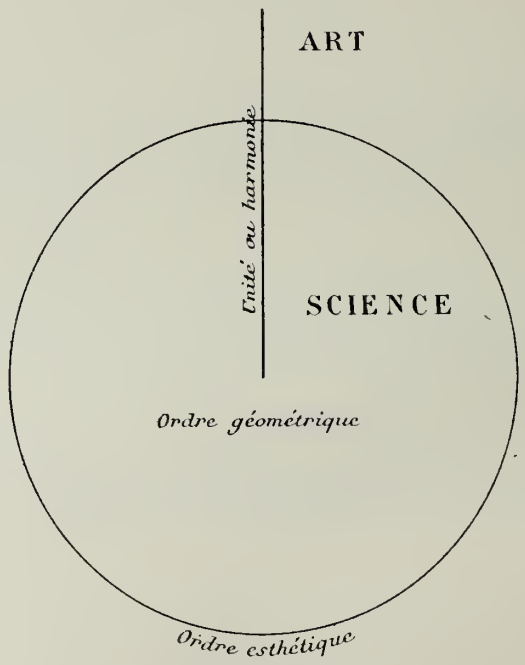


Schéma adaptant à la sphère la terminologie du tableau ci-dessus.

DIVERSES DÉFINITIONS DE LA BEAUTÉ A RAPPROCHER DU TABLEAU CI-DESSUS

C'est l'ordre qui rend belle la vertu de chaque chose.

PLATON.

Les formes essentielles du beau sont l'ordre, la symétrie, la détermination, qui sont précisément l'objet principal des mathématiques.

ARISTOTE.

Ce qui constitue la beauté, c'est la proportion des parties relativement les unes aux autres et relativement à l'ensemble.

PLOTIN.

Notre âme a une tendance continuelle vers l'ordre, vers la beauté. L'ordre moral ou spirituel, de même que l'ordre physique ou naturel, constitue ce beau avec lequel elle a une éternelle sympathie.

MAXIME DE TYR.

Miscere utile dulci (Le beau, c'est l'utile joint à l'agréable).

HORACE.

Cette grâce, cette beauté qui nous attirent vers les choses et fait que nous les aimons, sont l'effet de l'accord harmonieux des parties (*convenianta partium*); cette harmonie fait des parties un tout, et par cela même en constitue la beauté.

SAINT AUGUSTIN.

La beauté ne plaît que par les règles.

DE PILES.

Les caractères du beau sont : la variété, l'unité, la régularité, l'ordre, la proportion.

CROUSAZ.

J'appelle *sens interne du beau* la faculté qui discerne le beau dans la régularité, l'ordre et l'harmonie.

HUTCHESON.

Le beau, quel qu'il soit, a toujours pour fondement l'ordre, et pour essence l'unité

LE PÈRE ANDRÉ.

Le beau, c'est l'ordre visible.

BOSSUET.

L'ordre, c'est la raison visible.

BOSSUET.

Pourquoi préférerait-on la simplicité si ce n'était ce besoin d'ordre ou d'harmonie qui peut seul donner satisfaction aux sens et à l'intelligence.

CONDILLAC.

La perfection sensible consiste dans un triple accord : 1° accord entre les pensées et les choses; 2° accord entre les pensées et les pensées; 3° accord entre les pensées et leurs signes extérieurs. Cet ordre triple constitue la perfection de la connaissance sensible, c'est-à-dire la beauté.

BAUMGARTEN.

C'est l'habitude de s'appesantir sur les détails aux dépens de l'unité, qui finit par rendre incapable de juger et de sentir l'harmonie sans laquelle il n'y a jamais de beauté.

BONSTETTEN.

La beauté est fondée sur la justesse des proportions dont le concours harmonieux forme un tout aussi parfait qu'il peut être en raison du mode affecté à ces mêmes proportions.

MARCENAY DE GHUYS.

La beauté est la forme de la finalité d'un objet en tant qu'elle y est perçue sans représentation de fin.

KANT.

Nous attribuons à la nature une relation avec notre faculté de connaître, analogue à celle de fin; c'est ainsi que nous pouvons considérer *la beauté de la nature* comme une *exhibition* du concept d'une finalité formelle (purement subjective) et *les fins de la nature* comme des exhibitions du concept d'une finalité réelle (objective) : nous jugeons la première par le goût (esthétiquement) au moyen du sentiment du plaisir, la seconde par l'entendement et la raison (logiquement); suivant des concepts.

KANT.

(*Critique du jugement*, trad. p. Barni.)

Le beau, c'est l'harmonie parfaite des deux principes de l'existence, de l'infini et du fini. Le beau nous offre donc les deux termes de l'existence : l'invisible et le visible, l'infini et le fini, l'esprit et la matière, l'idée et la forme, non

isolés et séparés, mais réunis et fondus ensemble de manière que l'un est la manifestation de l'autre.

AD. FRANCK.

Qu'est-ce que l'ordre, sinon la raison visible ?

AD. FRANCK.

La beauté idéale ne peut exister que par la réunion de plusieurs objets et par l'harmonie de ces objets eux-mêmes.

DAVID SUTTER.

Toutes les théories qui ramènent la beauté à l'ordre, à l'harmonie, à la proportion ne sont au fond qu'une seule et même théorie qui voit avant tout dans le beau, l'unité.

VICTOR COUSIN.

Les éléments essentiels du beau peuvent se ramener à deux : la *grandeur* ou puissance, et l'*ordre*.

CH. LÉVÊQUE.

Il y a en nous, dans la perception du beau, deux principes qui entrent en jeu : la sensibilité physique et l'activité de la raison.

DUPINEY DE VOREPIERRE.

CHAPITRE IV

LA SPHÈRE ET LES SYSTÈMES SPHÉRIQUES A TRAVERS LA SCIENCE

Plusieurs écrivains de l'antiquité, citons : Diodore de Sicile, Cicéron, Pline, s'accordent à regarder Atlas comme l'inventeur de la sphère. On sait que ce fils d'Uranus, premier roi des Atlantes, partagea avec son frère Saturne le royaume de ses pères. Entre temps il fit des différents cycles du ciel une représentation portative, puis il en démontra l'usage et bientôt, la tradition, qui confond tout, put dire qu'Atlas avait porté l'univers sur ses épaules. Inutile d'ajouter qu'Atlas est un personnage purement allégorique.

On devine facilement qu'il est question dans le préambule ci-dessus de cet orbe infini qui entoure notre globe de toute part et auquel les étoiles semblent attachées. C'est en Astronomie la sphère céleste.

On croit que cette sphère était connue en Chine à une époque peut-être plus ancienne que celle où l'on suppose qu'Atlas a vécu et par conséquent bien avant tout ce que les Grecs purent découvrir dans les sciences.

Newton donnait à Chiron l'invention de la sphère céleste ;

d'autres savants du siècle dernier l'attribuaient à Musée. Les modernes qui mettent généralement beaucoup de coquetterie à être précis, ont remplacé ces noms par ceux de Thalès et d'Anaximandre, et encore est-ce plutôt à celui-ci que les érudits se sont arrêtés de préférence. Enfin tous ces systèmes, y compris ceux de Pythagore et d'Aristarque, qui eux, ces philosophes, avaient vraisemblablement tiré de l'Asie et de l'Égypte leurs connaissances astronomiques, aboutirent en somme à la sphère armillière de Ptolémée laquelle pendant plus de douze cents ans, de l'an 148 avant Jésus-Christ à l'an 1500 environ, époque où florissait Copernic, fut à peu près la seule enseignée.

Copernic démontra les erreurs du système de Ptolémée; il commença une nouvelle période de l'histoire de l'astronomie et réussit surtout à faire entrer cette science dans la voie théorique. Les mouvements de rotation de la terre, les oscillations de l'axe du globe terrestre l'occupèrent principalement, avec les mouvements directs et rétrogrades des planètes. Bref, les travaux de Copernic permirent au grand astronome de construire une sphère planétaire qui porte son nom et qui n'est pas délaissée encore.

La mécanique céleste fit, à la fin du XVIIe siècle, un nouveau pas, cette fois immense. Newton rapprochant et étendant toutes les découvertes de ses prédécesseurs, trouva dans l'attraction et la gravitation universelle le principe général des mouvements célestes. Depuis l'astronomie moderne n'a fait que développer les théories de cet illustre savant.

Or, si nous observons le caractère particulier des différents systèmes astronomiques que nous venons de passer rapidement en revue nous distinguons deux grandes divisions : la première, qui explique les phénomènes du ciel d'après l'hypothèse que la terre est au centre d'une sphère dont les astres occupent différents points de la surface; la seconde, qui a pour but de déterminer la position rela-

tive des astres dans l'univers et qui explique leurs mouvements par les principes de la mécanique.

En résumé tous ces systèmes ont pour principe général la sphéricité de l'univers. L'astronomie n'a jamais pu et ne pourra jamais se soustraire à cette conception de forme qui lui est imposée surtout par ses moyens d'investigation dont le pouvoir est essentiellement sphérique. En effet, nos télescopes ont une action que l'on peut assimiler à celle d'un rayon partant d'un point central qui est la terre et agissant avec une puissance uniforme dans tous les sens. Dans le système de Newton, à cette question de forme s'ajoute, en quelque sorte, la sphéricité de l'attraction universelle d'où dépend la gravitation des astres. Une courte explication est nécessaire à cette place pour faire bien comprendre notre pensée.

Étant donné que l'attraction et la gravitation universelle sont les fondements de l'astronomie moderne, ce système, pris à la lettre, implique pour les astres un mouvement général circulaire. Mais remarquons immédiatement que les astres ne sont pas tout dans le système du monde ; les milieux interplanétaires sont au moins d'une importance égale quant à l'étude de la mécanique céleste. Il existe des luttes entre les volumes matériels des planètes dont la conséquence paraît être qu'ils s'enveloppent d'une plus ou moins grande quantité volumétrique d'éther. On constate, en effet, que les très petits corps célestes, les satellites par exemple, sont toujours rapprochés d'une forte planète et que seuls les astres de première grandeur ont le pouvoir de rester solitaires, c'est-à-dire à des distances relativement grandes des autres astres.

Donc, en regard du mouvement circulaire ou elliptique des corps célestes on peut admettre que l'influence de l'éther sur les volumes astrals est constituée de forces attractives et répulsives de formes sphériques réglant mathématiquement la gravitation cyclique des astres.

Si nous comparons maintenant les influences réciproques des plus grosses agglomérations connues de matière aux actions mutuelles des plus petites masses de matière indivisibles par les forces naturelles, nous constatons qu'il existe, pour ces dernières petites particules des corps, une mécanique atomique dont les éléments en présence sont analogues à ceux qui alimentent les mouvements de la mécanique céleste. Les particules matérielles agissent sur l'éther et l'éther sur elles. Ces actions dépendent d'une science qui n'est plus l'astronomie, c'est-à-dire la mécanique des astres, mais d'une autre science, la chimie, où le mouvement est tout aussi prépondérant. Témoin la théorie de M. Berthelot que ce savant a intitulée « essai de mécanique chimique ». Ce qui donne très fortement à penser que la meilleure hypothèse concernant les agissements des atomes entre eux, c'est-à-dire visant la cause profonde de leurs associations et de leurs dissociations, de leurs unions homogènes ou hétèrogènes selon des proportions qui paraissent être sous la dépendance des poids atomiques, est encore d'assimiler les actions matérielles de très minimes grandeurs, appelées les réactions chimiques, aux mouvements mêmes qui semblent s'imposer dans la mécanique céleste.

La science d'une extrémité à l'autre, des infiniment grands aux infiniment petits, de l'astre à l'atome, est conséquemment régie par un même principe. De haut en bas de l'échelle des grandeurs de la matière les influences réciproques des masses des corps paraissent être déterminées par des phénomènes d'attraction et de répulsion engendrés directement par les mouvements enveloppants de l'éther, lesquels, selon toute apparence, semblent avoir pour résultat de mettre en équilibre un certain poids de matière avec un certain volume d'éther. Dans tous les cas ces actions à distance dues aux déplacements circonstanciés de l'éther s'opèrent par l'intermédiaire de forces rayonnantes endo et exo dont la forme sphé-

rique est le substratum. Mais si le raisonnement veut que l'astronomie et la chimie modernes, malgré la différence de grandeur des phénomènes, soient reliées par un même principe de mécanique universelle, que penser de la multiplicité des autres phénomènes qui s'intercalent entre ces deux sciences placées aux antipodes des forces naturelles?

— Que l'excellence suprême, dans les sciences en général, est acquise lorsque dominent les systèmes dont le tempérament se dirige vers des fonctions évoluant selon le rythme de la sphère ou de ses dépendances.

Or cette loi primordiale des sciences doit être applicable, au plus haut degré, à l'esthétique puisque la beauté de la forme n'est attingible que par le choix parfait du meilleur état morphologique de la matière apprécié par l'intermédiaire des facultés esthésodiques du système nerveux périphérique de l'homme.

TROISIÈME PARTIE

DE L'ESTHÉTIQUE DE LA COULEUR

NOUVELLE THÉORIE DE LA VISION

> Celui même qui est la beauté essentielle a cru ne se pouvoir définir sous une image plus agréable qu'en disant : « Je suis la lumière. »
>
> (Le Père André, *Essai sur le beau.*)

CHAPITRE PREMIER

LES TRAITÉS D'OPTIQUE — HYPOTHÈSES THÉORIES ET MATHÉMATIQUES

L'esthétique de la couleur, avons-nous dit, — au dernier chapitre de notre essai d'un système philosophique applicable aux beaux-arts, — doit avoir pour objet de désigner les conditions physiques qui ont lieu d'être remplies dans une surface colorée, afin qu'elle présente le maximum de satisfaction pour les yeux. Or, une semblable recherche, pour aboutir, exige l'étude au préalable des phénomènes généraux engendrés par la lumière. A cet effet, nous

avons consulté les ouvrages les plus sérieux, les plus complets, les plus nouveaux de ce temps. Ce travail d'examen a été long et pénible. Rien n'est aride et difficile à la lecture comme les traités d'optique; tous ne sont pas écrits dans le même langage scientifique; les théories proposées y sont nombreuses et également plausibles; enfin, les mathématiques y dominent ordinairement, et aujourd'hui cet envahissement est tel que le champ des expériences concernant la lumière est devenu le rendez-vous des mathématiciens en renom.

Parmi les savants qui se sont intéressés aux travaux d'optique, peu ont visé le problème de la nature de la lumière; par contre, la propagation de cet élément, sa vitesse dans l'espace, son mode de mouvement, ont concentré toutes les préoccupations.

En réalité, un corps quelconque, matériel ou essentiellement fluide comme la lumière, ne peut se mouvoir que de deux façons : 1° en partant d'un point pour arriver directement à un autre sans interruption; 2° en coupant son trajet d'une certaine quantité d'arrêts et de départs. Le premier mouvement est continu, le second discontinu.

La limitation à deux des modes d'activité d'un mobile a réduit les théories, quant au mouvement de la lumière, à un même nombre de systèmes; les théories admettant des fréquences dans le trajet de la lumière et celles qui n'en reconnaissent point.

Mais la question de la nature de la lumière n'est pas indifférente au choix que l'on peut faire d'une de ces théories. Le mouvement continu implique le voyage d'un élément qui est transporté d'un point à un autre, tandis que le mouvement discontinu est inadmissible si toutefois on accepte un tel transport. C'est ainsi que le mouvement continu a donné lieu à des théories nommées substantielles, tandis que le mouvement discontinu, remplaçant la notion

de substance par la notion du phénomène, a servi de fondement à des théories dites à excitation.

La lumière est donc par elle-même quelque chose dans les théories substantielles. Dans les théories à excitation, elle n'est qu'un pur mouvement produit par la violence d'une action momentanée,

Il existe deux théories célèbres qui représentent : l'une, celle de Huyghens (1680), le type des théories à excitation; l'autre, celle de Newton (1710), le type des théories substantielles.

Ces systèmes sont tout hypothétiques. Celui de Huyghens fait voyager la lumière en un mouvement périodique; il est basé sur les ondulations de l'éther. Celui de Newton se recommande du mouvement continu; il y a émission d'un élément. Depuis, nombre d'hypothèses intéressant la lumière ont été proposées, et, invariablement, elles dépendent de l'un ou de l'autre de ces modes de propagation.

Aujourd'hui la théorie de Huyghens paraît seule satisfaire à tous les desiderata des physiciens. C'est Fresnel qui a fait évoluer les opinions au moment où les idées de Newton régnaient généralement dans la science optique.

Tous les professseurs répètent aujourd'hui que la théorie de Newton demandait le concours de trop d'hypothèses, et « que lorsque Biot, en 1813, essayait d'expliquer les phénomènes connus alors en optique au moyen de la théorie de l'émission, ce n'était qu'au prix d'efforts trop ingénieux pour satisfaire pleinement l'esprit; tandis que dans celle des ondulations Huyghens-Fresnel, il y a, il est vrai, un certain nombre d'hypothèses, mais beaucoup moins que de faits expliqués[1] ». Cependant la question n'est pas épuisée.

1. Poincaré, *Théorie mathématique de la lumière.*

La théorie des ondulations a pour principe l'excitation d'un fluide qui remplit tout l'espace; elle s'appuie sur les mêmes lois mécaniques que l'acoustique. La théorie de l'émission newtonnienne considère la lumière à la façon de petits projectiles sphériques se propageant dans l'espace avec une énorme vitesse.

La théorie Huyghens-Fresnel repose sur une hypothèse moléculaire, c'est-à-dire que le milieu élastique dans lequel voyage la lumière est formé de molécules séparées les unes des autres. Mais « la concordance des faits expérimentaux avec les conséquences mathématiques obtenues en partant de cette hypothèse n'est pas une preuve de la discontinuité de la matière; on pourrait supposer la matière continue, et la concordance que nous signalons existerait encore[1] ».

Cette observation dénote que les mathématiques sont incapables de déceler la nature du milieu où se meut la lumière, et cela parce que la loi générale des petits mouvements régit aussi bien la discontinuité de la propagation de la lumière que sa continuité. Aussi, la plupart des conclusions de Fresnel subsistent sans changement quand on adopte la théorie électro-magnétique de la lumière due aux travaux récents de Clerk Maxwell. En effet, ce savant attribue les phénomènes optiques aux variations extrêmement rapides que subit un champ magnétique, il s'ensuit que l'interprétation physique des formules seules diffère. Il est évident que ces mêmes conclusions subsisteraient encore dans le cas où l'hypothèse des ondulations, mise en interdit par de nouvelles découvertes, se verrait remplacée par une conception nettement émissive, parce que, nous le répétons, les mathématiques sont impuissantes à dégager le principe d'interruption périodique de la marche de la lumière de l'action continue.

1. Poincaré, *Théorie mathématique de la lumière*.

La science optique en est là de nos jours. On trouve inutile, au nom des mathématiques, de s'occuper de la nature de la lumière. D'ailleurs, jamais on ne la connaîtra, répète-t-on. A poursuivre un tel but, la science risque de s'égarer. On allègue qu'une théorie qui explique presque tous les phénomènes actuellement connus en optique peut s'isoler des questions à résoudre qui sortent du domaine pratique et solide de l'expérimentation.

Cependant un tel raisonnement, malgré ses apparences sérieuses, est déconcertant pour les penseurs. Le problème de la constitution de la matière devient indifférent à résoudre. Il est incontestable cependant qu'un des plus grands progrès scientifiques consisterait à remplacer les quelques hypothèses courantes sur la constitution de la matière par une seule donnée théorique pouvant embrasser à la fois les phénomènes de la chaleur, de la lumière et de l'électricité. Les sciences trouveraient de ce fait une unité de base à laquelle jamais elles n'ont pu atteindre. Elles y gagneraient d'être à l'avenir moins devancées par la pratique, car l'empirisme, il faut bien le dire, a presque tout découvert ou inventé depuis cent ans. Quant aux mathématiques, elles se sont régulièrement contentées de mettre de la précision et de l'ordre dans l'à-peu-près et les tâtonnements de l'exécution pratique.

Un de nos plus forts mathématiciens de ce temps a écrit cette phrase : « Peu nous importe que l'éther existe réellement; c'est l'affaire des métaphysiciens[1] ».

Cette exclamation aurait sa raison d'être si les mathématiques avaient prouvé qu'elles n'étaient pas seulement un instrument de précision qui pèse, mesure et règle, mais encore un agent dominé par cet esprit révélateur décélant la vérité, la cause, l'origine, le but. Or, rien de pareil n'est démontré; c'est que le génie de cette

1. Poincaré.

science est confiné dans la sévère communion des chiffres, c'est que sa logique se spécialise dans la fixation des étendues, des capacités volumétriques et des qualités pondérales de l'espace, des dégagements *endo* et *exo* des fluides, mais son langage n'a plus de portée lorsqu'il s'agit de la détermination de la nature de cet espace et de ces fluides[1].

Les mathématiques ont besoin, pour répondre convenablement aux consultations qui leur sont faites, d'avoir au préalable des renseignements d'une valeur réelle. Que vaut un calcul dirigé par des hypothèses, suffisantes pour certains phénomènes et absolument en défaut pour d'autres ?

Citons l'hypothèse de la *fluidité parfaite* des liquides qui s'appuie sur un principe que les mathématiques infirment sans en dénoncer les causes ni indiquer le sens dans lequel il convient de réformer la loi caduque.

« Par exemple, un fleuve issu, comme le Rhin ou le Rhône, de sources situées à des altitudes de 2 000 mètres et plus, aurait, d'après cette hypothèse (hypothèse de la fluidité parfaite des fluides), en arrivant dans la plaine, une vitesse de $\sqrt{2gh}$ ou $\sqrt{2 \times 9{,}8 \times 2\,000}$, de 200 mètres par seconde environ, à laquelle ne résisteraient nul fond et nulle rive. Ainsi, tout dans la nature serait bouleversé, si

1. La géométrie ne prouve rien du tout de l'existence des choses, mais seulement ce qu'elles sont, supposé qu'elles existent réellement. (Le P. Buffier.)

On trouvera peut-être étrange que la géométrie ne puisse définir aucune des choses qu'elle a pour principaux objets; car elle ne définit ni le mouvement, ni le nombre, ni l'espace; et cependant ces trois choses sont celles qu'elle considère particulièrement . . . . . .

Mais on ne sera pas surpris si l'on remarque que cette admirable science ne s'attachant qu'aux choses les plus simples, cette même qualité qui les rend dignes d'être ses objets, les rend incapables d'être définies; de sorte que le manque de définition est plutôt une perfection qu'un défaut, parce qu'il ne vient pas de leur obscurité, mais au contraire de leur extrême évidence. (Blaise Pascal.)

On remarquera, dans ces deux citations, que le mot géométrie est pris ici dans le sens général de mathématiques; géomètre se dit également pour mathématicien.

les phénomènes se conformaient à la supposition fondamentale adoptée par la Mécanique rationnelle dans la théorie du mouvement des fluides[1]. »

Ces résultats contraires à la logique, que nous venons de préciser par un exemple, se rencontrent fréquemment lorsque l'on fait un examen rétrospectif des grandes découvertes humaines.

Il y a quelques années, nous avons entendu un de nos plus illustres savants modernes faire une allocution de circonstance à peu près en ces termes :

« Depuis trois siècles, à chaque pas fait par la science, le même cri de triomphe a été répété : « Le cours régulier des astres n'a plus « de secrets pour nous ». Les contemporains de Copernic trouvaient dans son traité des révolutions célestes des lois précises et certaines. Képler, d'accord avec les travaux de son maître, traça la véritable route des planètes. Newton, sans rien contredire, fait un pas de plus. Il démontre la force attractive du soleil, prouve jusqu'à l'évidence qu'elle s'étend aux planètes. Mais la science marche sans cesse, l'ardeur redouble, les progrès continuent. Clairaut, d'Alembert, Euler et Lagrange, suivis de Laplace, s'illustrent brillamment par des découvertes considérables leur permettant de combler de célèbres lacunes. Après Képler, après Newton, après Laplace, le même cri d'enthousiasme a sans cesse succédé aux conquêtes imprévues remportées par ces savants.

« Le monde, à toutes les époques de l'histoire de la science, a cru avec les mathématiciens à une solution définitive, et cependant on discute encore. Les astres ont toujours des secrets pour nous. Il existe au terme de ce siècle des formules suspectes qu'on s'ingénie à remplacer, etc., etc. »

Toutes ces constatations, faites par la voix autorisée de l'éminent

1. Boussinesq, *Leçons synthétiques de mécanique générale.*

secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences[1], montraient, à notre sens, sous un jour suffisamment cru, ce que l'on peut appeler l'impuissance créatrice des mathématiques.

Bacon, ce philosophe célébré par le monde moderne, se défiait, sous certains rapports, des mathématiques. « Elles doivent être, dit-il, les servantes et non les maîtresses de la physique. » Et le fait est, que si cette science finit à la longue par révéler la faiblesse ou la fausseté d'un système, là s'arrête son pouvoir. Pour en savoir davantage, c'est à une autre fraction des connaissances humaines qu'il faut s'adresser, afin de combiner des théories concordant avec les résultats généraux de l'expérience scientifique. Voilà pourquoi les mathématiques sont restées jusqu'alors en dehors des tentatives visant la nature de la lumière, la constitution des milieux qu'elle parcourt et des corps qu'elle frappe (constitution de la matière).

D'ailleurs, les hypothèses moléculaires, agréées par les mathématiciens, ont paru si peu répondre à certains faits expérimentaux, que les physiciens ou les métaphysiciens ont cherché à les compléter plus ou moins heureusement : Un milieu moléculaire implique l'existence d'un vide intermoléculaire. Mais le vide néant est en dehors du toute raison. Comment combler les espaces libres entre ces petites expressions matérielles ?

Pour répondre à cette question, une théorie a surgi depuis une trentaine d'années. C'est l'hypothèse des atomes tourbillons de sir William Thomson et de Helmholtz, qui accorde aux dernières petites particules de la matière des mouvements en rapport avec leur état solide, liquide ou gazeux.

Pour les solides, ces particules éprouvent des mouvements d'en-

1. J. Bertrand, Discours prononcé au nom de l'Académie des sciences à l'inauguration de la statue élevée à la suite d'une souscription internationale à la mémoire de le Verrier.

semble ou bien des vibrations intérieures dans lesquelles les atomes ou les molécules oscillent autour d'une position d'équilibre. Pour les liquides, on a imaginé des mouvements de roulement et de translation. Pour les gaz, les particules s'écartent les unes des autres, et les actions attractives y deviennent insensibles, tandis que les actions répulsives s'exercent d'une manière prépondérante.

Le vide, d'après ce principe dit des *forces vives*, est comblé par le mouvement. D'un seul coup, la raison semble satisfaite; les phénomènes de volumétrie sont expliqués, et l'espace intermoléculaire rempli par les évolutions des infimes petites parties des corps.

Mais les observations scientifiques ultérieures n'ont pas été très favorables à cette interprétation nouvelle du rôle des atomes. La réflexion est venue; on s'est aperçu que, pour avoir le droit d'appliquer ce principe de Thomson et de Helmholtz, il fallait « des conditions souvent passées sous silence dans des études faites trop rapidement[1] ».

Puis, le mouvement peut-il remplacer totalement les distancements interatomiques? Évidemment non. Il les comble successivement. Or, ici encore une lacune, à laquelle s'ajoute cette autre difficulté d'expliquer comment un mouvement, par son seul voisinage, peut en influencer un autre; et M. J. Bertrand d'arguer : « Il faut que des forces interviennent. D'où viennent ces forces ? La réponse n'est pas douteuse : les parties de l'éther, violemment agitées, comme dirait Descartes, sont la cause de l'action.

« Les molécules matérielles agissent donc sur l'éther et l'éther sur elles. Ces actions dont on ignore la grandeur et la loi interviennent dans tous les phénomènes; elles semblent s'imposer dans les raisonnements. On ne les mentionne même pas. Le principe des forces vives suffit à tout[2]. »

1. J. Bertrand, *Thermo-dynamique.*
2. J. Bertrand, *Thermo-dynamique.*

Cette déclaration très courageuse, qui montre l'indépendance de caractère en même temps que la hauteur des vues du savant, dit assez combien l'indifférence dédaigneuse des mathématiciens, quant à la nature des milieux, est coupable. Les sciences en sont toutes paralysées. Le remède au mal serait dans l'édification d'un système sur la constitution de la matière s'harmonisant mieux avec les travaux expérimentaux modernes. Mais par ce temps d'engouement pour la théorie des forces vives, réagir est une si grosse besogne que les plus forts reculent. Cependant, comme on vient de le voir, des plaintes s'élèvent déjà et prennent la forme d'une dénonciation. Qui poursuivra l'œuvre de réformation ?

Le fâcheux est que l'étude des phénomènes d'optique, encombrée de ces discussions scientifiques, de ces opinions divergentes, est contrariée quant au discernement et à la lucidité des explications. Aussi sommes-nous sorti quelque peu désorienté de la lecture des ouvrages se rapportant à cette partie de la physique. La nature de la lumière nous apparaissait tellement complexe, multiple dans sa constitution, que l'idée que nous pouvions nous en faire équivalait à peine à ces notions primitives qu'avaient les philosophes de l'antiquité sur ce phénomène[1].

Enfin, nous étions sur le point de cesser la consultation de toutes ces publications contradictoires, lorsque la lecture de l'*Essai de mécanique chimique* de M. Berthelot et de quelques autres travaux sur la thermochimie nous suggéra une idée que nous avons jugée *à priori* capable de nous identifier plus profondément avec

1. Nous voulons faire allusion aux théories de Démocrite, d'Épicure et surtout d'Empédocle, qui faisaient arriver simultanément aux objets des rayons provenant de la lumière et d'autres dérivés de l'œil. Quant aux idées d'Aristote sur ce sujet, elles restent encore debout après tous les travaux scientifiques même de ce siècle. En effet, ce philosophe considérait la lumière comme un état d'activité de la partie transparente interposée entre les corps et qui en repos constitue l'obscurité.

la nature de la lumière. Cette idée, d'abord en germe, prit bientôt par la réflexion et l'étude une forme viable. C'est ainsi que nous avons été presque contraint d'écrire un ouvrage concernant la recherche de la nature de la lumière, quoique ce sujet soit un peu en dehors du but que nous poursuivions. Cependant, ce travail n'a pas été inutile. Il nous a donné l'acquit de connaissances propres à nous diriger dans le choix des phénomènes lumineux à consulter pour la recherche de l'esthétique de la couleur.

Ce livre, qui n'est en quelque sorte qu'un discours sur la nature de la lumière, trouverait sa place à la suite de cette page si nous ne le publions à part. On pourra le consulter si l'on veut, la curiosité aidant. Il dénonce théoriquement les propriétés émissives de la lumière, que les relations précisées ultérieurement par nous, entre l'icone de la lumière solaire et la structure morphologique du champ de l'organe visuel, confirment entièrement. C'est à ce titre surtout que notre étude sur la nature et la propagation dans l'espace de la lumière doit donner au lecteur l'envie de la connaître.

CHAPITRE II

COMMENT SE POSE LE PROBLÈME ESTHÉTIQUE A RÉSOUDRE

Pour formuler les lois de l'esthétique de la couleur dont nous connaissons l'objet, répétons que c'est à nos études préalables d'optique physique que nous sommes redevable d'avoir pu trouver facilement, parmi la multiplicité des expériences, les faits scientifiques pouvant être employés à la réalisation de notre tâche. Mais ces faits scientifiques de l'optique physique ne sont que des commentaires du phénomène de la lumière, et la lumière n'est pas le seul élément qui intéresse l'esthétique de la couleur ; l'organe visuel a aussi, dans l'espèce, sa part d'action non moins capitale. Or, l'œil, son étude, est classée dans l'optique physiologique. C'est pourquoi nous avons dû faire collaborer l'optique physique et l'optique physiologique, quant à la recherche des lois précitées.

Cette collaboration se limite pour la partie physique aux travaux sur la dispersion de la lumière et la spectroscopie, et pour la partie

physiologique à la structure de l'œil humain et au mécanisme de la sensation visuelle.

L'idée philosophique qui nous a guidé pour l'obtention des formules de nos lois est la suivante :

L'œil est le produit de la lumière.

Ainsi considéré, l'organe visuel est un effet déterminé par une cause, et celle-ci, la lumière, dans son œuvre créatrice, a fatalement établi, construit, organisé l'œil pour y exercer son action, c'est-à-dire pour son usage; partant l'image de la cause doit se retrouver dans la constitution de l'effet.

La dépendance de la lumière et de l'œil entendue de cette façon, il s'ensuit que l'esthétique de la couleur se trouve circonscrite dans un espace physique et physiologique que nous pouvons définir: étant donné que l'œil est une combinaison protoplasmatique, dont la structure est sortie du travail physique d'un phénomène naturel ayant pour source primordiale le soleil, les sensations optiques les plus agréables pour l'homme seront celles qui résulteront d'une composition de la lumière s'adaptant complètement à l'organisation de l'appareil visuel. Conséquemment le problème esthétique que nous voulons résoudre se pose ainsi:

Mettre en évidence l'identité morphologique de la lumière du jour et de l'œil, et en tirer les conditions physiques, polychromatiques et monochromatiques, qui procurent à cet organe le maximum de satisfaction.

Conception primitive de forme-lumière.

Nous avons dit que l'image de la cause doit se retrouver dans la constitution de l'effet. Une telle assertion implique, pour la lumière et l'œil, une idée complexe qui demande à être développée si nous voulons lui enlever son apparence ambiguë.

L'image de la cause ?

Ces termes qui commencent la phrase ci-dessus s'adressent particulièrement à la lumière sans laquelle l'œil n'aurait pu se produire. Mais comment concevoir cette iconographie lumineuse ? C'est ce que nous examinerons à la suite.

La constitution de l'effet ?

Cette fin de l'aphorisme se comprend plus facilement. Elle intéresse spécialement l'œil qui est un appareil d'un certain volume contenant tout un système général permettant à la fonction visuelle de s'accomplir totalement. On verra plus tard que ce système général est composé d'une partie motrice et d'une partie sensible.

La partie motrice est une adaptation organique dont le développement a suivi pas à pas les évolutions, les changements, les perfectionnements de la sensibilité visuelle personnifiée par la membrane excitable de l'œil. Or, la lumière a dû borner son action directe à ce travail consistant à sensibiliser un point ou une petite surface de la périphérie du corps d'un vertébré, c'est-à-dire à mettre d'accord ses activités radiales avec un processus organique qui puisse traduire fonctionnellement toute la diversité des nuances contenues dans l'aire du spectre visible.

Donc quand nous disons : l'image de la cause doit se retrouver dans la constitution de l'effet, nous avançons, d'une manière implicite, que l'image de la lumière doit se retrouver dans la constitution anatomique du champ sensible de l'œil.

Mais jugez immédiatement des conséquences d'une telle proposition.

D'une part, nous avons l'ignorance absolue de l'image de la lumière, la science moderne ne reconnaissant pas que ce phénomène puisse avoir une forme pour se propager dans l'espace.

D'autre part, l'image de la constitution anatomique du champ

sensible de l'œil est connue. La rétine ayant, comme nous le verrons par la suite, une forme bien définie.

Dans ces conditions, pour ne faire aucune dérogation à notre thèse, pour satisfaire à cette double assertion : 1° que l'œil est le produit de la lumière, et 2° que l'image de la cause doit se retrouver dans la constitution de l'effet, nous devons — admettant la similitude de forme de la lumière et de l'œil — accepter l'une de ces formes connues comme étant l'analogue de l'autre. C'est ainsi que de ce raisonnement s'induit la conception primitive de forme-lumière.

Nous ne faisons aucune difficulté pour reconnaître qu'une telle conception n'est pas de celles qu'on accepte d'emblée. Cependant nous défions même, *a priori,* qu'on puisse sérieusement l'infirmer. D'ailleurs, comme nous ne demandons au lecteur, à ce point de notre thèse, que de suivre ou de poursuivre jusqu'au bout l'argumentation qui doit nous donner raison, la discussion n'a pas lieu d'être, puisque c'est tout ce que l'on pourra lire ultérieurement qui fixera les vues de l'opinion sur la valeur de nos affirmations. Et quant à celles-ci, *quod scripsi*, *scripsi*.

Donc, c'est une conception de forme que nous évoquons en manière de principe préalable et comme rien ne vaut qui ne soit établi scientifiquement, nous allons développer notre sujet en interprétant dans le sens qu'il convient des observations s'appliquant aux caractères généraux reconnus par la plupart des physiologistes à ces appareils presque tous localisés dans la tête et qu'on appelle les sens. Nous chercherons enfin dans les aptitudes sensibles de l'organe visuel et dans les facultés inhérentes à la fluidité de la lumière, la démonstration de l'existence de l'excitant-forme. Rameau, dans sa théorie sur la musique (Paris, 1885), croit que poser un problème pour un excitant, c'est le poser pour tous; nous ne pouvons que nous associer à cette très judicieuse pensée.

Et dans tout ceci, par devers ce que nous venons d'exposer, il est essentiel que nous disions combien la nature de nos arguments ultérieurs appartiendra bien plus à la catégorie des raisonnements fondés sur des associations de coexistence, d'analogie ou de causalité que sur des associations d'identités ; c'est-à-dire que les fins de nos dissertations seront plutôt de *convenance* que de *nécessité*.

CHAPITRE III

LE SYSTÈME NERVEUX — ORGANES CENTRAUX ET ORGANES PÉRIPHÉRIQUES

On sait que la vision, l'ouïe, l'odorat, le goût et le toucher ont pour bases des fibres nerveuses qui transportent les diverses sensations au cerveau. Les influences qui provoquent ces sensations lumineuses, auditives, odorantes, gustatives et de préhension agissent sur les extrémités de ces fibres localisées à la périphérie du corps.

Le système nerveux général est divisé en organes centraux et en organes périphériques. M. Rosenthal s'exprime ainsi sur les différences qu'il convient de signaler à l'examen de ces deux groupes de nerfs :

« Le système nerveux se présente dans le corps animal sous deux formes distinctes : la première ressemble à des cordons fins et isolés qui se divisent fréquemment et parcourent tout le corps, la seconde à des accumulations de grandes masses. Ces dernières sont renfermées, au moins chez les animaux supérieurs, dans les

boîtes osseuses du crâne et de la colonne vertébrale ; on les désigne sous les dénominations de *centres nerveux* ou d'*organes centraux* du système nerveux, tandis que les cordons nerveux, partant de ces centres et atteignant les parties les plus éloignées du corps, ont reçu le nom de *système nerveux périphérique*.

« L'examen microscopique des nerfs périphériques montre qu'ils sont composés de fibres très fines, reliées par une enveloppe de tissu connectif qui en forme des faisceaux. Chacune de ces fibres fraîche et examinée avec un grossissement de 250 à 300, présente l'aspect d'un filament transparent, d'un jaune pâle, dans lequel on ne peut pas distinguer d'autres parties constituantes. Bientôt, cependant, cet aspect change ; les fibres deviennent moins transparentes, et l'on voit apparaître au centre une partie axillaire distincte de l'enveloppe extérieure. Cette partie interne est ordinairement plate, rubanée, et montre, à un grossissement plus fort, une rayure longitudinale très fine, comme si elle était composée de filaments ou de fibrilles extrêmement ténues. Elle a reçu le nom de *cylindre-axe* ou de *fibre-axe*. La partie extérieure présente un aspect grumeleux ; lorsqu'on la coupe, elle se gonfle, aux extrémités coupées, en gouttelettes qui se coagulent bientôt : on lui a donné le nom de *moelle nerveuse*. La moelle nerveuse enveloppe complètement le cylindre-axe ; mais comme elle réfracte la lumière de la même manière que le cylindre-axe, on ne peut pas les distinguer à l'état frais, et on ne les voit se séparer à l'œil qu'après la coagulation de la moelle nerveuse. La moelle

Fig. 1. — Fibres nerveuses ; *a a*, cylindre-axe enveloppé en partie par la gaine médullaire.

nerveuse et le cylindre-axe sont encore enveloppés par un tube dense et élastique, auquel on a donné le nom de *névrilemme* ou de *gaine nerveuse*.

« Tous les nerfs périphériques ne possèdent pas ces trois parties. Quelques nerfs ne présentent pas de moelle nerveuse, et sont réduits à des cylindres-axes enveloppés directement par le névrilemme. Lorsqu'un grand nombre de fibres nerveuses sont réunies en faisceau, ces fibres sans moelle sont plus transparentes et grisâtres; c'est pour ce motif qu'on leur a donné le nom de *fibres grises*. Les fibres nerveuses à moelle sont, au contraire, d'un blanc jaunâtre. Si l'on poursuit les nerfs jusqu'à la périphérie, on voit dans ce parcours une foule de petites branches se détacher du tronc, de sorte que tronc et branches finissent par devenir de plus en plus étroits. A la fin, on n'aperçoit plus que des fibres isolées, mais qui ont tout à fait l'apparence de celles qui sont contenues dans le faisceau.

« Souvent, les fibres munies de moelle la perdent en ce moment, et prennent alors l'apparence de fibres grises. Quelquefois aussi, le cylindre-axe se divise en parties plus déliées, de sorte que la fibre nerveuse, quoique déjà très fine, embrasse une surface plus étendue. Un certain nombre de fibres nerveuses aboutissent à des muscles, d'autres à des glandes, d'autres enfin à des organes terminaux spéciaux.

« Les organes centraux du système nerveux possèdent aussi un grand nombre de fibres, et ces fibres ne se distinguent point, à l'aspect, de celles qui composent le système périphérique. On rencontre en effet dans le système central des fibres avec cylindre-axe, moelle et névrilemme, d'autres sans moelle, d'autres enfin où l'on ne peut distinguer de névrilemme, et que l'on doit considérer par conséquent comme des cylindres-axes nus. Outre ces diverses sortes de fibres, on y trouve encore des fibrilles beaucoup plus fines que les cylindres-axes.

« Mais, ce qui distingue les organes centraux du système nerveux, c'est la présence fréquente d'un second élément, qui ne manque pas complètement au système nerveux périphérique, mais qui se trouve isolé dans certaines de ses parties, tandis qu'il représente une fraction très importante de la masse totale des organes centraux. Cet élément consiste en formations d'apparence cellulaire, qu'on a nommées *cellules nerveuses*, *cellules ganglionnaires* ou *globules nerveux*.

« Chaque cellule ganglionnaire se compose d'un corps, à l'intérieur duquel se trouve un gros noyau, lequel renferme souvent lui-même un nucléole. Quelques-unes de ces cellules sont entourées d'une membrane, qui se soude fréquemment au névrilemme des nerfs en contact avec elles. Le corps de la cellule ganglionnaire est finement granulé, et formé d'une matière protoplasmique, qui devient trouble et opaque par la chaleur, mais qui, à l'état frais, est d'ordinaire faiblement transparente. La forme de ces cellules varie beaucoup. Elles sont quelquefois presque sphériques, et parfois elliptiques : d'autres sont irrégulières et munies de plusieurs prolongements. La plupart de ces cellules ont un ou plusieurs prolongements; mais on en rencontre aussi qui n'en possèdent point : il est certain d'ailleurs que cette apparence est accidentelle, et que les prolongements des cellules ont été arrachés pendant la préparation. Ces cellules ganglionnaires sont quelquefois intercalées dans le parcours des fibres nerveuses, et leurs prolongements ne se distinguent alors en rien des véritables fibres nerveuses, comme on peut le voir sur la figure 2. Les cellules ganglionnaires de la moelle ont plusieurs prolongements, et ces prolongements ont tout à fait la même apparence que le corps cellulaire, c'est-à-dire qu'ils sont finement granulés; on les appelle prolongements protoplasmiques. Mais toutes ces cellules possèdent d'ordinaire un prolongement qui se distingue très bien des autres par son aspect. Les prolonge-

ments protoplasmiques se rétrécissent peu à peu, se divisent fréquemment, et se réunissent en partie aux prolongements des cellules nerveuses voisines. Le prolongement qui se distingue des autres parcourt d'abord une certaine étendue sous forme d'un cordon fin et cylindrique; puis il devient subitement plus gros, s'entoure de moelle, et prend toute l'apparence des fibres périphériques à moelle. Il est très vraisemblable, bien que fort difficile à démontrer, qu'une fibre de cette forme, en sortant de la moelle épinière, se change aussitôt en fibre nerveuse périphérique; tandis que les prolongements protoplasmiques parcourent une partie du système nerveux central et servent à relier les cellules nerveuses entre elles.

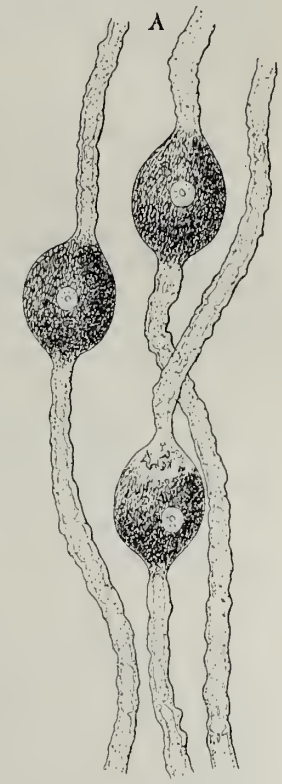


Fig. 2. — Ganglions nerveux avec prolongements nerveux.

« Le système nerveux, dont nous avons maintenant appris à connaître *grosso modo* les éléments, sert, dans l'organisme, d'intermédiaire entre les mouvements et les sensations. Mais cette propriété appartient surtout au système nerveux central, qui contient les cellules ganglionnaires. Les nerfs périphériques servent d'appareil conducteur; ils transmettent, pour ainsi dire, certains phénomènes de la périphérie au cerveau et en ramènent d'autres du cerveau à la périphérie. »

Nous n'avons pas à nous occuper, pour le moment du moins, du système nerveux central. Nous allons examiner les propriétés fondamentales de ces faisceaux nerveux qui forment les appareils

conducteurs. Si les nerfs, à tous les points de vue, nous paraissent présenter des caractères identiques, s'il existe entre eux des homologies véritables, nous essaierons, en interprétant les faits logiquement et par des déductions appropriées, de tirer de ces rapports le plus large profit possible.

§ I. — *De la connexité des propriétés des nerfs périphériques.*

Nous commencerons par relater, d'après J. Muller et Helmholtz, les données classiques inscrites comme un dogme à la base de la physiologie nerveuse. Ces données s'appliquent indistinctement à tous les organes sensoriels. Les voici résumés et condensés en cinq ou six lignes.

Les fibres nerveuses périphériques qui composent nos sens sont irritables. Elles transmettent l'irritation jusqu'à un organe terminal qui la reçoit. L'irritation n'est jamais spontanée : elle est toujours due à l'influence d'un irritant extérieur ; de plus, elle reste confinée dans chacune des fibres isolées et ne se propage pas aux fibres voisines.

Des expériences ont été faites dans le but de mesurer le temps nécessaire à la contraction musculaire et à la transmission de l'irritation dans les nerfs moteurs. Helmholtz a calculé le temps qu'il fallait à la transmission de l'excitation dans les nerfs sensitifs ; il a trouvé une vitesse de 30 mètres par seconde.

On a fait mieux, on a mesuré le temps nécessaire pour qu'une irritation transmise au cerveau y soit perçue. Un observateur plongé dans une obscurité complète voit brusquement une étincelle ; à ce moment, il fait un signe. Un appareil spécial marque le moment précis de l'apparition de l'étincelle et celui où le geste a été fait. Si on mesure alors la différence de temps entre ces deux notations on obtient le *temps physiologique de la vision.*

Le professeur Hirsch a expérimenté afin de calculer le temps physiologique de la vision, de l'audition et du toucher, et il a trouvé les nombres suivants :

Pour la vision.	0,1974 —	0,2083	de seconde.
Pour l'ouïe.	0,1940 —	—	—
Pour le toucher.	0,1733 —	—	—

Mais la connexion des propriétés des nerfs périphériques que l'observation constate s'étend encore à un autre ordre de phénomènes.

D'après la loi psycho-physique, la sensation croîtrait suivant une progression géométrique, c'est-à-dire que, pour augmenter la sensation d'une quantité constante, appelée le plus petit accroissement perceptible, il faut que l'excitation extérieure progresse de quantités égales et toujours proportionnelles à cette excitation même.

Cette loi à laquelle Fechner a donné le nom de *Loi de Weber* a été revêtue par lui d'une forme originale, toute mathématique.

L'expérience ayant donné pour le rapport de l'accroissement d'excitation à l'excitation les chiffres suivants :

Pour la pression.	1/3
Pour la température	1/3
Pour l'intensité du son	1/3
Pour la lumière.	1/100
Pour les distances horizontales perpendiculaires à l'axe visuel.	1/50

« De là cette formule que la sensation croît comme le logarithme de l'excitation, car les nombres qui sont en progression géométrique ont des logarithmes qui croissent en progression arithmétique, soit en termes algébriques :

$$S = R \log E$$

formule où R est une constante[1] ».

1. Delbœuf, *Éléments de psychophysique.*

M. Delbœuf, dans son étude sur les états d'équilibre de la sensibilité, trouve communes à tous les sens les lois de la *dégradation*, de l'*intensité* et de la *tension*.

La loi de la dégradation est fondée sur les notions d'équilibre statique et d'équilibre dynamique; l'être sensible, sollicité par une force extérieure, éprouve une sensation tant qu'il y a résistance ou effort de sa part, mais quand il a atteint l'état d'équilibre statique, il n'en éprouve plus.

La seconde loi, celle de l'intensité, nous venons de la donner ; c'est celle qui a été établie expérimentalement par Weber-Fechner.

La troisième loi, celle de la tension, a été formulée pour la première fois d'une façon, il est vrai, implicite dans l'étude psychophysique de M. Delbœuf.

« La loi dite d'épuisement ou de fatigue en exprime, pour ainsi dire, le côté psychique. Elle a donc été indirectement l'objet d'une vérification expérimentale.

« Cette loi repose sur la notion de l'*équilibre naturel*, en tant qu'opposé à l'*équilibre de tension*. Nous admettons donc qu'il y a pour chacun de nos sens un état d'équilibre qui lui est naturel, qui lui convient le mieux, et vers lequel il tend à revenir quand il s'en est écarté.

« Cette notion ne présente rien d'obscur quand il s'agit de la température ou de la pression. Il est évident qu'il y a une température et une pression qui nous mettent le plus à l'aise, et qu'il résulte pour nous un malaise plus ou moins considérable quand nous nous en écartons. »

Toutes ces relations, très caractérisées, que l'expérience rend évidentes, et d'autres encore que nous pourrions rapporter ici si nous ne craignions de fatiguer le lecteur par une accumulation excessive de documents, indiquent clairement que les nerfs périphériques — répondant chacun à des sensations qui toutes possèdent

la *modalité* du sens considéré — s'irritent, se sensibilisent sous l'action d'un principe unique, fondamental, contenu dans la généralité des excitants, de quelque nature qu'ils soient.

Cherchons quel peut être ce principe unique contenu dans la généralité des excitants de nos sens.

§ II. — *Les excitants des appareils nerveux périphériques et la pression.*

Les vibrations lumineuses de l'éther, d'après Helmholtz, ne sont pas le seul moyen d'excitation de l'appareil nerveux visuel ; il en existe d'autres, par exemple les actions mécaniques « qui peuvent, on le sait, exciter également tous les autres appareils nerveux du corps [1] ».

Mais si les actions mécaniques peuvent exciter également tous les appareils nerveux du corps, est-ce à dire que ces phénomènes, comme le prétendent certains physiologistes, sont la base irritable contenue dans les agents extérieurs, lumière, son, etc., etc.?

Ceux qui croient, comme M. J. Delbœuf, que les « phénomènes les plus divers en apparence, le son, la chaleur, la lumière, le magnétisme, sont dus à des causes réductibles l'une de l'autre, et, par conséquent, au fond, identiques, puisqu'elles se ramènent toutes au mouvement [2] », répondront par l'affirmative. Ils diront que les excitants vitaux peuvent se réduire à un seul mode d'irritation, à une seule extériorité mécanique, la pression.

Si l'on voulait agir par élimination pour obtenir quelques éclaircissements sur la question, immédiatement les irritants, qui ont le défaut de détruire ou d'altérer nos organes, devraient être écartés, car leur action artificielle, nécessaire pour les expériences de laboratoire, est absolument en dehors des conditions normales du fonctionnement vital, qui doit durer.

1. Helmholtz, *Optique physiologique.*
2. Delbœuf, *Éléments de psychophysique.*

Tels les irritants chimiques qui provoquent des réactions entre nos tissus organiques et la combinaison moléculaire qui constitue ces acides.

Tels les irritants thermiques à haute température ; la chaleur élevée au-dessus du degré supportable.

Telles les actions mécaniques d'excision, ou celles qui peuvent excorier les faisceaux nerveux. Enfin citons encore une autre catégorie d'irritants qui ne peut compter parmi les agents extérieurs que la machine animale a coutume de recevoir : les décharges électriques agissant par commotion.

Mais, si nous laissons de côté ces phénomènes électriques maniables seulement pour l'homme depuis un siècle à peine, et pour lesquels les sens ne semblent pas avoir de dispositions, d'aptitudes pour en dénoncer la présence à l'état non transformé du moins, pouvons-nous dire que nos organes sensoriels reçoivent dans l'acte de neurilité que commettent les irritants extérieurs normaux, quels qu'ils soient, une excitation mécanique telle que celle que nous avons désignée par le mot pression ? C'est ce que peut nous enseigner un examen bien dirigé, visant la recherche de l'élément actif, prépondérant dans l'agent extérieur spécialement chargé d'exciter chacun de nos appareils nerveux périphériques.

Commençons par le sens du toucher.

Le tact ne perçoit régulièrement, pour les traduire aux centres nerveux, que le poids des corps et leur état calorifique, à la condition toutefois que le maximum et le minimum du travail ne soient jamais dépassés, que la tension soit limitée et évolue autour d'une moyenne [1].

La pression qui laisse après elle une tuméfaction ou encore la

1. Le tact perçoit encore le dessin de l'enveloppe des corps et le *dulci* de cette surface. Or, ces actions s'opèrent par des attouchements successifs et par des frottements épidermiques, ce qui équivaut à une suite d'efforts pondéraux.

chaleur qui fait naître une brûlure ne sauraient convenir à l'organisme qui doit continuer à sentir, car ces irritations sont des accidents visant à la destruction des parties organiques qu'elles atteignent.

Quand on examine le mode d'excitation de la chaleur, on est enclin à considérer son action irritante comme une variété de la compressibilité, si on considère que les dilatations et les contractions de sources thermiques, qui augmentent ou diminuent le volume des corps, font supporter aux agrégations protoplasmiques de véritables pressions. La preuve en est fournie par la grande ressemblance qui existe entre les plaies d'origine mécanique — les meurtrissures, par exemple — et celles que la chaleur détermine.

Nous ne retiendrons donc, comme excitant fondamental, que la pression. Ajoutons que les phénomènes calorifiques ne sont réellement ressentis que par les fibres nerveuses qui branchissent sous la peau et tapissent en grande partie le corps animal; les autres sens semblent ne pas être créés pour traduire aux centres nerveux cette sensation particulière.

Passons à l'appareil acoustique.

Le son est un mouvement vibratoire des corps qui se transmet à l'oreille par l'intermédiaire d'un milieu élastique. Le son ne se propage pas dans le vide, ce qui indique qu'il est nécessaire que le milieu élastique soit moléculaire.

Quand on étudie le mode de propagation du son dans l'air, on remarque qu'il est le même que celui qui est engendré par la chute d'une pierre dans une nappe d'eau. Des ondes se produisent, c'est-à-dire que les molécules de l'air, frappées en un certain point de l'espace, transmettent successivement ce mouvement aux molécules les plus proches; il y a choc successif. Chacune des molécules se déplace pour rencontrer sa voisine, et revient ensuite dans sa position primitive. L'oreille, qui ressent la dernière ondulation, reçoit

purement le choc transmis jusqu'aux molécules qui touchent le tympan. Celui-ci vibre, c'est-à-dire se modifie, se soumet aux lois de la compression et de la dépression, comme la peau d'un tambour sous le battement de la baguette, puis répercute aux trois mille filets du nerf auditif l'excitation résultante.

Cette excitation (faite de pressions et de dépressions) transmise au cerveau donne la sensation correspondante auditive. Or, comme la dépression est un travail réflexe dépendant de l'élasticité des fibres nerveuses, l'oreille est donc en quelque sorte un appareil propre à apprécier la pression des molécules de l'air agitées violemment et projetées enfin contre une surface organique combinée pour recevoir ce phénomène physique.

Le goût et l'odorat, dont les rôles ont des aboutissants qui se marient souvent, paraissent différer seulement par cette nuance que les muqueuses du palais contrôlent la qualité des liquides et des solides, et celles du nez la qualité des gaz et des vapeurs.

Ces deux sens ayant pour siège la partie supérieure de la bouche et les muqueuses du nez, nous allons voir qu'ils agissent aussi par l'intermédiaire de contacts où la pression est dominante.

Les liquides ou les solides qui entrent dans la bouche ne sont appréciés totalement, ne rendent leur saveur complète qu'autant que la langue exerce sur les parois du palais un effort tendant à mettre en contact les faisceaux nerveux gustatifs et les éléments moléculaires composant les corps qui doivent être goûtés, lesquels ensuite sont volontairement dirigés dans le canal digestif.

En vérité, les muqueuses ont mission de toucher; celles du nez touchent les gaz et les vapeurs au passage, comme la voûte gustative touche les agglomérations moléculaires des corps livrés à son examen.

Or, il est nécessaire d'expliquer que le fait de toucher est un phénomène qui comporte le transport d'une force vive se terminant

par un choc, ou tout au moins par un acte continûment dynamique dépendant, dans l'espèce, de la loi Weber-Fechner, acte qui croît avec le logarithme de l'excitation et qui, dans la période statique, tend à annihiler la sensation.

D'après ce que nous venons de voir, le toucher, l'ouïe, le goût et l'odorat sont des nerfs qui subissent des pressions, lesquelles transportées au cerveau, sont préalablement distinguées, puis pesées et mesurées avec une sensibilité en rapport avec la délicatesse de l'organe. Que ces pressions soient occasionnées : pour le toucher, par des matériaux pondéraux ; pour l'ouïe, par les vibrations des gaz provenant de chocs rapides et fréquents ; pour le goût et l'odorat, par des contacts moléculaires liquides et gazeux, on observera que tous ces agents irritants si différents se ressemblent quant à leur constitution substantielle, nous voulons dire que les éléments en mouvement qui se heurtent sur les nerfs périphériques et les excitent, sont des combinaisons atomiques.

Mais pour admettre, par connexion, que la compressibilité est le phénomène qui agit sur le nerf optique, il faut nécessairement examiner si l'éther lumineux est passible d'une action motrice ou dynamique s'exerçant sur des surfaces quelconques, à l'exemple des éléments substantiels cités plus haut. Si le fait existe, si des preuves peuvent être données, nous verrons se vérifier d'abord cette affirmation de Hirn, qu'un *impondérable* comme la lumière n'est pas un élément immatériel, mais simplement un « élément absolument autre que la matière », principe en antagonisme avec celui de la Cinétique universelle ; puis cette autre assertion de M. J. Bertrand que « les molécules matérielles agissent sur l'éther et l'éther sur elles », pensée qui avait pour mobile de critiquer l'abus dont se se sont rendus coupables un grand nombre de savants d'aujourd'hui, quant à l'emploi irrationnel de la théorie des atomes tourbillons, dite principe des forces vives.

Des preuves, nous allons en fournir de deux espèces.

Nous commencerons par citer des expériences démontrant que l'éther lumineux est doué de la propriété de faire effort sur des surfaces matérielles, puis nous rapporterons sur l'organe visuel des observations tendant à établir que l'œil se sensibilise, ressent des effets lumineux sous l'influence de la pression artificielle.

On connaît ce petit instrument composé de palettes se mouvant dans un espace clos par un petit ballon ovoïde de verre où le vide a été fait? C'est le radiomètre. On a prétendu — les cinétiques — que les rares atomes enfermés dans le petit ballon suffisaient, par leurs vibrations, leurs forces vives, à expliquer le mouvement des palettes exposées à l'action de la lumière. On sait, en effet, que cet instrument ne fonctionne plus lorsque le vide est supérieur à un millionième d'atmosphère. Cependant il reste toujours à expliquer, *pourquoi et seule* une infinie petite proportion d'atomes sensibilise l'instrument, tandis qu'une légère augmentation de ces petites particules matérielles l'immobilise. Quoi qu'il en soit il est indéniable que la lumière agit et actionne visiblement ce petit moteur. Toutes les théories s'accordent sur ce point intéressant l'optique physique.

D'ailleurs, en dehors du radiomètre, il existe les expériences de M. Fizeau. Ce savant est parvenu à démontrer directement la réalité de l'entraînement de l'éther lumineux par les corps.

« Un premier groupe d'expériences a consisté à faire interférer des rayons lumineux après leur passage à travers deux tubes parallèles remplis d'eau qui pouvaient être, soit en repos, soit animés dans les deux tubes de vitesses de direction contraire. La longeur des tubes étant assez grande ($1^m,487$), on pouvait craindre que quelque différence de température ou de pression entre les deux tubes ne donnât naissance à un déplacement considérable des franges, lequel aurait pu masquer le déplacement dû au mouvement. Cette difficulté fut évitée en faisant revenir les deux

rayons vers les tubes au moyen d'une lunette portant un miroir à son foyer. De cette manière, chaque rayon est obligé de traverser successivement les deux tubes, et les deux rayons ayant fait exactement le même trajet, mais en sens opposé, l'effet d'une différence de pression et de température est nécessairement compensé. Cette disposition avait d'ailleurs pour résultat de doubler l'effet que l'on pouvait attendre d'un appareil de longueur donnée, puisque l'épaisseur traversée par les rayons était ainsi deux fois plus grande.

« Les deux tubes juxtaposés étaient fermés à chaque extrémité par une seule glace, fixée avec de la gomme laque dans une direction perpendiculaire à la direction des rayons lumineux. Près de chaque extrémité, un branchement formant un coude arrondi établissait une communication avec un tube plus large, plongeant au fond d'un flacon : il y avait ainsi quatre flacons distincts.

« L'un des flacons étant supposé plein d'eau, un tuyau de communication permettait d'y introduire de l'air comprimé. Sous l'influence de la pression, l'eau s'élevait dans le tube, le traversait dans toute sa longueur et se rendait dans le flacon opposé. On obtenait ainsi un courant d'eau dont la vitesse atteignait 7 mètres par seconde. La même disposition appliquée en sens inverse du troisième et au quatrième flacon fournissait dans le deuxième tube un courant de direction opposée.

« Les franges sont déplacées soit vers la droite, soit vers la gauche de l'observateur, suivant que, dans le tube placé à la droite de l'observateur, le mouvement s'effectue vers la source ou vers l'observateur.

« Dans le premier cas, la vitesse de propagation de la lumière est diminuée dans le tube de droite; dans le second, elle est augmentée[1] ».

1. Jamin, *Cours de physique.*

Quand l'eau allait en sens inverse de la lumière, la vitesse de propagation de la lumière était diminuée. Lorsque l'eau était dirigée dans le sens de la lumière, l'activité de celle-ci se trouvait augmentée. Il n'est donc pas douteux que l'éther lumineux est moteur, et par conséquent capable de pressions sur les surfaces matérielles des corps.

Voyons maintenant comment l'appareil visuel se conduit sous l'empire des pressions artificielles.

Tous les physiologistes ont constaté que l'œil humain, violemment frappé par un corps, fait apercevoir à son possesseur une multitude de teintes colorées et lumineuses (phosphènes), d'où l'expression populaire « voir trente-six chandelles[1] ». Les mêmes faits ont été reconnus par des patients dans le cours de certaines opérations d'oculistique. Enfin, on a pu établir que les milieux dioptriques de l'œil ne sont pas le siège où ces irritations accidentelles se changent en sensations. Ce pouvoir appartient seulement à la membrane organique, expansion terminale du nerf optique, qui se nomme la rétine.

En résumé, les observations qui précèdent inclinent fortement à nous faire penser que le principe unique, fondamental, qui réside dans les excitants de nos sens, quelle que soit la différence de modalité qu'ils accusent aux centres nerveux, est la pression.

§ III. — *La pression est constituée du mouvement et de la forme de la masse du mobile.*

Mais si nous admettons que le principe unique, fondament al, qui réside dans les excitants de nos sens est la pression, pouvons-nous concevoir comment ce choc, ce heurt d'un élément quelconque

1. Voir les expériences de pression sur l'œil (phosphènes). HELMHOLTZ, p. 266, 267 et suiv. *Optique physiologique.*

sur les parois fibreuses des nerfs périphériques y exerce un effet suivi d'une sensation qui a pour dominante la variété?

Nous ne rechercherons, pour répondre à cette question, que le mécanisme de l'irritation des nerfs; la transmission au cerveau et la réception par celui-ci de l'excitation étant en dehors de notre sujet.

La pression peut être définie par la rencontre des forces qui s'équilibrent.

Lorsque deux forces quelconques se rencontrent, pendant le choc, a lieu simultanément la période de *modification;* c'est le temps nécessaire pour que les corps dynamisés neutralisent leurs forces vives et s'équilibrent enfin. Ce temps dure depuis le contact jusqu'au moment de l'épuisement, du repos. L'état statique succède ainsi à l'état dynamique.

La période de modification varie ses effets selon l'état déformable ou indéformable des corps qui se choquent.

Déformables, les masses sont dites non élastiques ou peu élastiques selon leur capacité à conserver la modification produite par la rencontre des forces vives.

Indéformables, les masses actives déformées par la pression, reviennent, après cessation de l'énergie dynamique, à leur dessin d'enveloppe primitif, à leur configuration première; c'est là ce que l'on entend par l'élasticité des éléments substantiels. Dans ce dernier cas, on observe généralement une action et une réaction, tandis que lorsque les corps ne sont pas élastiques il n'y a pas de réaction.

Trois circonstances peuvent se présenter dans un système comprenant deux éléments non immatériels tendant à se rencontrer : (soit deux forces marchant en sens contraire et arrivant au contact, soit l'une d'elles en mouvement et l'autre en repos et se rencontrant).

1° Les deux masses sont déformables.

2° Les deux masses sont indéformables.

3° Une des deux masses se déforme et l'autre reste telle.

Or, les mêmes phénomènes doivent se poursuivre quand les excitants agissent sur nos sens, puisque nous avons avancé que les irritations sensorielles étaient provoquées par la pression de ces agents physiques extérieurs sur les extrémités des faisceaux nerveux périphériques. D'ailleurs, la rigueur des phénomènes physiques est telle que la matière protoplasmique ne peut s'affranchir des lois qui les régissent.

Donc, l'agent extérieur, l'irritant, qu'il soit celui des yeux, de l'ouïe, des muqueuses gustatives, olfactives, ou plus simplement encore celui du tact, rencontre la surface épanouie du nerf constitué pour le recevoir; le choc a lieu, la modification de la substance élastique musculo-nerveuse s'opère en rapport avec l'intensité et la violence de la rencontre, puis l'équilibre des deux forces se fait, le repos de l'élément excitant et celui de la membrane nerveuse intermédiaire flexible est la phase inactive, statique de l'acte dynamique qui a pour résultante la sensation.

Mais examinons avec attention ce qui se passe dans l'acte dynamique cause de la sensation. L'agent extérieur, la lumière, le son ou tout autre excitatif, se heurte à la surface des segments contractiles périphériques qui entrent aussitôt en mouvement, c'est-à-dire se déforment sous l'influence de la pression de l'un de ces phénomènes, la lumière, le son ou tout autre excitatif. Cette pression qui a le pouvoir de déformer, possède donc en propre non seulement une action motrice, mais de plus une forme qu'elle impose à la flexibilité, à la malléabilité des segments contractiles périphériques détenant dans leur milieu les terminaisons nerveuses.

Outre ce raisonnement qui consiste à dire que la pression ne peut modifier, déformer une masse de matière flexible qu'à la condition de faire montre elle-même d'une forme réelle, on peut encore démontrer l'existence connexe, simultanée du mouvement et de la forme dans la pression en s'appuyant sur des idées de causalité dérivées d'une source plus profonde.

Il s'agirait de savoir s'il est possible de déterminer expérimentalement que le mouvement est un pur phénomène détaché de tout élément substantiel? et nous appelons ici élément substantiel tout élément capable d'action motrice (l'éther lumineux est de ce nombre, comme on sait).

Si l'expérience existe, connue de la science humaine ou inconnue d'elle encore, elle rendrait évident ce singulier principe que ce qui n'est rien, absolument rien, ni atôme, ni éther, le vide néant peut se mouvoir, se déplacer, s'emparer successivement de lieux quelconques et les quitter de même, et enfin s'arrêter quelque part... Mais doit-on discuter quand on est aux prises avec une incohérence de cette taille?

Le faisceau nerveux qui reçoit la pression d'un excitant reçoit donc également la figuration d'enveloppe de la substance de cette pression, c'est-à-dire qu'il sent simultanément la vitesse ou le poids de l'élément dynamisé et sa forme.

En vérité, l'œil, comme la main, l'oreille, le palais, doit être sujet de la complexité du phénomène de la compressibilité. Semblable à ceux-ci, qui s'excitent; la main, sous l'influence de la pression et de la forme d'un corps pesant; l'oreille, sous l'action de la pression et de la forme des vibrations des molécules de l'air; le palais et les muqueuses du nez, sous l'effort de la pression et de la forme des petites particules liquides et gazeuses qui rencontrent leurs parois, l'appareil visuel doit être constitué pour ressentir la pression et la forme des activités lumineuses qui heurtent la super-

ficie contractile de la membrane sensible qui est l'épanouissement du nerf rétinien[1].

Telle est la conclusion de ce chapitre. Nous avons pressenti des faits, interprété des observations, jugé des expériences, et ce travail que nous classons dans les appréciations, les raisonnements de convenance a frappé notre esprit et dirigé notre imagination. Nous n'en sommes plus tout à fait maintenant à supposer, à soupçonner que la lumière possède une forme pour se propager dans l'espace et à travers les milieux dioptriques de l'œil. Le doute a fait place à un sentiment ou la raison raffermie s'apaise pour se fixer et croire. Or, nous pouvons dire que cette conviction, cette foi, a grandi en nous à mesure que nous poursuivions nos études concernant la lumière et l'organe visuel. Nous espérons que le lecteur subira la même impression, si toutefois il n'est l'adepte d'aucune de ces doctrines qui, n'agréant que certaines hypothèses, demeurent impitoyables pour toute idée, toute tentative d'affranchissement.

Et puisque, après cet examen concis, cette étude provisoire, plus que jamais nous pouvons dire que l'image de la cause doit se retrouver dans la constitution de l'effet, nous aurons à rechercher ultérieurement : 1° la forme de la lumière; 2° l'image de cette forme dans l'organe de la vision.

1. Le nerf périphérique, ou plutôt la membrane musculo-nerveuse, qui a pour fonction de recevoir la force vive des radiations lumineuses est déformable pendant l'action dynamique mais sujette à la réaction aussitôt que l'agent excitant cesse d'agir. C'est, en somme, une substance élastique, c'est à dire déformable par la conservation indéfinie du mouvement imprimé, et indéformable quand la pression, communiquée par l'activité de la lumière, cesse.

CHAPITRE IV

DE LA LUMIÈRE DIRECTE ET INDIRECTE

On appelle lumière la cause des phénomènes qui provoquent en nous, par l'intermédiaire d'un nerf périphérique spécial, les sensations de la vision.

Les corps capables d'émettre de la lumière par eux mêmes se nomment corps lumineux. Le soleil, les étoiles et les substances en ignition sont dans ce cas.

Les corps lumineux sont susceptibles d'éclairer les parties matérielles qui les environnent; c'est ainsi que la lune, les planètes et presque tous les objets terrestres reçoivent d'une source quelconque de la lumière qu'ils renvoient ensuite par réflexion dans toutes les directions.

La lumière qui arrive à nos yeux peut donc être divisée en deux catégories : 1° la lumière directe produite par les corps lumineux; 2° la lumière indirecte que nous envoient par réflexion les corps éclairés.

La plus puissante des lumières directes visibles sur la terre est

émise par le soleil. Cette lumière est blanche et décomposable par réfraction. La réfraction est une déviation qu'éprouvent les rayons lumineux lorsqu'ils traversent obliquement la surface de séparation de deux milieux transparents. Quand le second milieu où passe la lumière solaire est un prisme, fait de matières transparentes solides ou liquides, il n'y a pas seulement déviation, mais décomposition de cette lumière blanche en plusieurs espèces de lumière diversement colorées. Ce phénomène qui est désigné sous le nom de dispersion, nous en avons fait une étude contenue dans les pages qui suivent immédiatement.

§ I. — *Dispersion.*

Nous allons résumer l'ensemble des connaissances actuelles concernant le phénomène de la dispersion de la lumière. Nous suivrons à cet effet les indications des meilleurs ouvrages les plus récents.

Notre but est de donner un aperçu exact de ce que les physiciens savent sur cette importante question, et surtout de montrer le sens de leur interprétation concernant les différents phénomènes se rattachant à ce très curieux fait scientifique de séparation des rayons lumineux.

Le phénomène de la dispersion fut découvert et étudié par Newton.

Ce savant eut l'idée de faire passer un faisceau solaire, c'est-à-dire de la lumière blanche, à travers un prisme de verre. Ce prisme disposé horizontalement, le faisceau, à l'entrée et à la sortie du prisme, se réfracte dans un plan vertical et une image apparaît sur un écran disposé tout exprès. Cette image est de forme rectangulaire, allongée dans le sens vertical, et l'œil y perçoit les mêmes colorations que les teintes de l'arc-en-ciel. Newton a donné à cette image le nom de spectre solaire.

Lorsque ce savant fit ces mémorables expériences démontrant la composition de la lumière blanche, il distingua sept couleurs dans le spectre solaire : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orange, rouge.

La méthode suivie par Newton était assez rudimentaire. Il nous a indiqué les précautions à prendre, au point de vue expérimental, pour séparer aussi bien que possible les rayons d'espèces différentes qui se trouvent dans un faisceau de lumière.

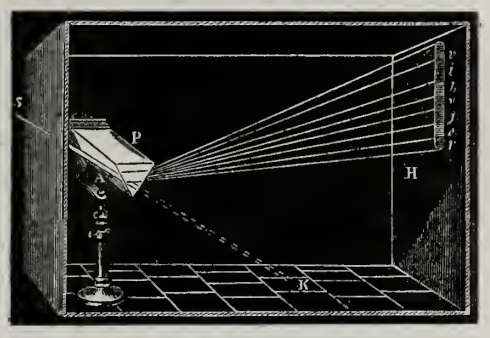


Fig. 3. — Production du spectre solaire.

Il faut faire passer la lumière par une fente étroite et, à l'aide d'une lentille convergente, on produit une image réelle. Sur le trajet du faisceau lumineux, près de la lentille, on place un prisme parallèle à la fente, puis, en tâtonnant, on arrive à disposer cet instrument de verre de telle manière que les rayons émergents sont au minimum de déviation. Alors, à la même distance que l'image primitive, on observe, sur un écran placé pour le recevoir, un *spectre* formé par la succession des radiations variées dont était composée la lumière arrivant par la fente (fig. 3).

Newton ne constata pas, dans le spectre solaire, certaines particularités remarquables qui ont été découvertes après lui. Les prismes dont il se servait étaient si imparfaits, le verre si grossièrement fabriqué, qu'il ne put observer la présence dans le spectre d'une série de lignes noires correspondant à des radiations qui n'existent pas dans la lumière solaire, ou d'une intensité faible, et qu'on a appelées les raies obscures du spectre. Depuis, des expé-

riences multiples ont été entreprises par un grand nombre de savants en vue d'obtenir les renseignements les plus étendus sur la dispersion de la lumière.

C'est à Wollaston que nous devons la découverte des raies obscures spectrales (1812). Fraunhofer (1815), qui cherchait des points de repère dans le spectre pour la mesure des indices de réfraction, les aperçut à son tour à l'aide de moyens plus perfectionnés qui lui permirent de faire des désignations plus nombreuses de raies inactives.

Une remarque importante fut faite à l'usage de différents prismes employés pour les expériences de dispersion de la lumière solaire. Les raies n'étaient pas fixes, elles se trouvaient déplacées selon que le prisme était de sel gemme, de verre, de flint, de spath, de quartz, etc., ou encore liquide, d'eau distillée, d'alcool, de sulfure de carbone, etc. Bien plus, avec certaines substances le spectre devenait méconnaissable, l'ordre même des couleurs se trouvait renversé; c'est ce qui arrivait quand on employait un prisme de fuchsine, un prisme de vapeur d'iode, etc. Ainsi, il fut reconnu que les spectres prismatiques d'une même source lumineuse ne sont identiques, comme placement des raies, qu'à la condition d'être fournis par une même substance.

Les physiciens attribuent cette cause de trouble spectral à l'indice de réfraction des corps. La réfraction, nous l'avons dit antérieurement, est une déviation qu'éprouvent les rayons lumineux lorsqu'ils traversent obliquement la surface de séparation de deux milieux transparents.

Les deux lois suivantes régissent ce phénomène : 1° Le rayon incident et le rayon réfracté sont dans un même plan perpendiculaire à la surface réfringente. 2° Loi de Descartes. Quelle que soit l'obliquité du rayon incident, le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction sont dans un rapport constant.

Ce rapport constant est l'indice de réfraction du deuxième milieu par rapport au premier.

Ces lois se vérifient directement à l'aide d'un appareil spécial dû à Silbermann (fig. 4).

Non seulement il n'existe pas de proportionnalité entre les indices des divers corps pour les raies spectrales, mais l'indice change encore d'une façon complexe, pour une même substance, avec la température et la densité. Le meilleur choix d'un prisme est donc forcément arbitraire.

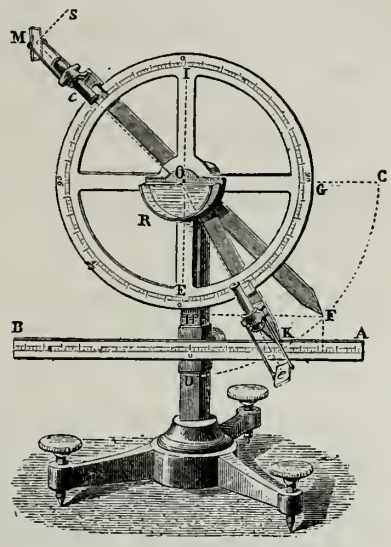


Fig. 4. — Appareil Silbermann.

Pour obtenir des spectres solaires purs, il est préférable de renoncer aux prismes et de chercher, par d'autres moyens, à se procurer des spectres dont les placements des raies ne dépendent pas des appareils employés à les produire. On parvient à ce résultat par l'usage des réseaux de diffraction.

Le réseau est un système formé par une série de traits parallèles équidistants et très rapprochés. Ces traits sont transparents sur un fond opaque ou inversement. Quand on fait passer un faisceau normal de rayons parallèles à travers un tel système et qu'on observe obliquement, à l'aide d'un collimateur, la lumière transmise, on voit projetée une série de spectres qui se distinguent des spectres prismatiques en ce que l'espacement des raies spectrales ne dépend plus de la matière que traverse le faisceau lumineux.

C'est Fraunhofer qui imagina les réseaux. Billet désignait sous

le nom de spectres type un spectre obtenu par les réseaux, on l'appelle aujourd'hui normal.

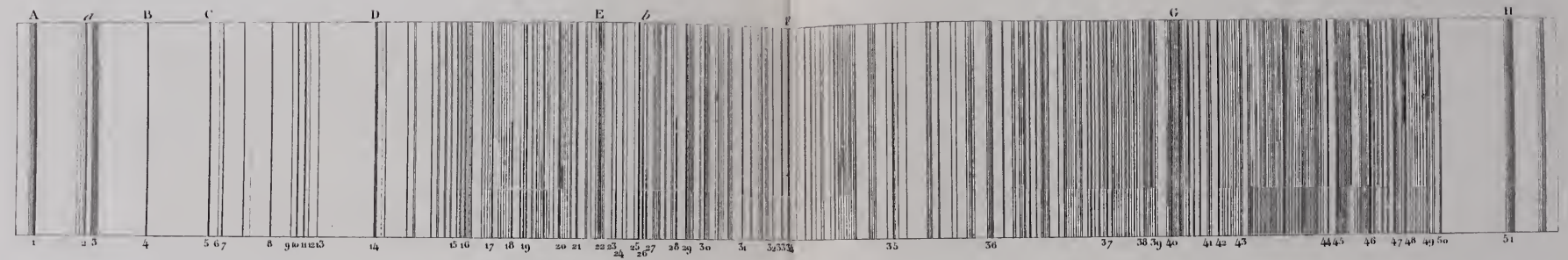
On sait que la théorie des ondulations est maîtresse à la fin de ce siècle du terrain de la physique optique. La lumière serait le résultat d'ondes successives partant d'une source lumineuse. Chaque radiation marquée dans le spectre par une raie active aurait sa longueur d'onde déterminée. Ainsi la longueur d'onde pour l'extrême rouge, c'est-à-dire la distance de deux points voisins vibrant synchroniquement est égale à $\frac{306.10^6}{394.10^{12}}$ mètre $= 0,776$ micron, et à $\frac{306.10^6}{758.10^{12}}$ mètre $= 0,404$ micron pour l'extrême violet.

La figure 5 représente le spectre lumineux du soleil d'après un travail de M. Van der Willigen. Il a été obtenu à l'aide d'un prisme de flint-glass de Merz.

A cette image spectrale, nous joignons un tableau donnant les longueurs d'onde des cinquante et une raies ou groupes de raies que l'on peut y apercevoir et qu'un numéro désigne. Ce tableau résume les mesures des longueurs trouvés par MM. Van der Willigen, Ditscheiner et Angström. Nous l'empruntons au cours de physique de M. Bouty, qui d'ailleurs le fait précéder des indications suivantes :

« La seconde colonne du tableau donne de A à G les désignations des raies dans l'échelle de Kirchhoff et Hofmann, et entre G et H les lettres grecques introduites par Ditscheiner. La troisième colonne renferme les lettres et les chiffres adoptés par Fraunhofer et par Angström pour la désignation des raies les plus remarquables. »

Spectre lumineux du Soleil
(d'après M. P. der Willigen)



Imp. Eudes.

Dulos sc.

Gauthier-Villars, Libraire-Editeur, à Paris

LONGUEURS D'ONDE DANS LE SPECTRE VISIBLE

DÉSIGNATION DES RAIES.			LONGUEURS D'ONDE EN DIX-MILLIONIÈMES DE MILLIMÈTRE.		
1	2	3	Van der Willigen.	Ditscheiner.	Ångström.
1β	»	A	7 609,18	»	7 612,0
4α	593		6 874,83	6 883,3	»
4β	»	B	6 871,32	»	6 875,0
5	694	C	6 565,57	6 571,6	6 567,9
6	711,5		6 519,61	6 525,8	»
7	719,5		6 498,17	6 505,4	»
8α	»	a	6 281,27	»	6 283,4
9	850		6 194,23	6 200,9	6 191,7
10*	860		6 172,01	6 179,6	6 170,8
10	864		6 165,10	6 171,9	6 163,3
11*	874,5		6 144,51	6 152,0	6 143,2
11	877		6 139,73	6 147,0	6 138,6
12	885		6 125,59	6 132,2	6 123,5
13	895		6 105,54	6 112,8	6 104,5
14α	1 002,8	D	5 898,44	5 905,3	5 900,0
14γ	1 006,8		5 892,30	5 898,9	5 894,4
(14)	1 135		5 173,79	5 719,3	5 620,0
15	1 200,4		5 626,96	5 633,9	5 507,0
16	1 207,5	1	5 618,09	5 624,0	5 591,0
(16α)	1 218	2	5 605,99	5 611,9	»
(16β)	1 231,6	5	5 589,33	5 595,5	»
17	1 280		5 532,14	5 536,8	»
18	1 324,8		5 477,88	5 485,4	»
19*	1 337		5 465,51	5 471,9	»
19	1 343,5	7	5 458,13	5 464,6	5 459,7
19**	1 351,3	8	5 449,46	5 454,9	5 450,8
20	1 421,6	12	5 374,09	5 379,2	5 375,5
21	1 463	14	5 330,70	5 336,9	5 331,7
22α	1 523,5	E	5 272,03	5 278,3	5 273,9
23	1 569,8		5 235,20	5 241,3	5 236,9
24	1 577,5		5 229,68	5 234,9	5 231,0
25	1 634		5 186,05	5 191,2	5 187,9
26	1 648,8		5 175,22	5 180,9	5 176,8

LONGUEURS D'ONDE DANS LE SPECTRE VISIBLE (*suite*)

DESIGNATION DES RAIES.			LONGUEURS D'ONDE EN DIX-MILLIONIÈMES DE MILLIMÈTRE.		
1	2	3	Van der Willigen.	Ditscheiner.	Ångström.
27α	»	b'	5 171,55	»	5 173,3
27γ	1 655,6		5 169,85	5 175,4	5 172,2
28	1 750,4		5 101,99	5 106,8	»
29	1 777,4		5 082,68	5 087,9	»
30	1 834		5 043,90	5 049,3	»
31	1 961	C	4 959,79	4 965,3	4 961,1
(31)	2 005		4 922,65	4 926,9	4 924,3
32	2 041,4		4 893,78	4 899,0	4 895,0
33	2 067		4 874,61	4 879,1	4 875,5
34	2 080,1	F	4 864,00	4 868,7	4 865,2
(35)	2 221,7		4 745,20	4 747,0	»
35	2 309		4 670,26	4 674,2	»
36α	2 489,4		4 536,32	4 540,9	»
(36)	2 638,8		4 439,24	4 441,8	»
[36]	2 686,6		4 407,71	4 412,1	4 408,3
37	2 724,6		4 385,48	4 390,8	4 386,4
38	2 797		4 342,63	4 346,6	4 342,8
39	2 822,8		4 326,91	4 331,4	4 327,9
40	2 854,7	G	4 311,37	4 317,6	4 310,4
40**	2 869,7		4 301,90	4 307,0	»
41α	A		4 274,77	4 278,9	4 274,6
42	γ		4 263,21	4 266,8	4 262,7
43	B	g	4 228,76	4 232,5	4 229,4
44	ν		4 145,44	4 149,8	4 147,1
45	Γ		4 134,44	4 139,2	»
46	Ei	h	4 104,02	4 107,7	4 103,0
47	π		4 079,79	4 082,9	»
48	σ		4 066,87	4 068,5	4 065,9
49	Z		4 047,72	4 050,6	4 047,5
50	τ		4 036,15	4 037,2	4 034,5
51α	H	H	3 971,46	3 974,2	3 971,6
51β	H	H'	3 938,72	3 940,5	3 935,9

Fig. 1.

Spectre solaire de réfraction.

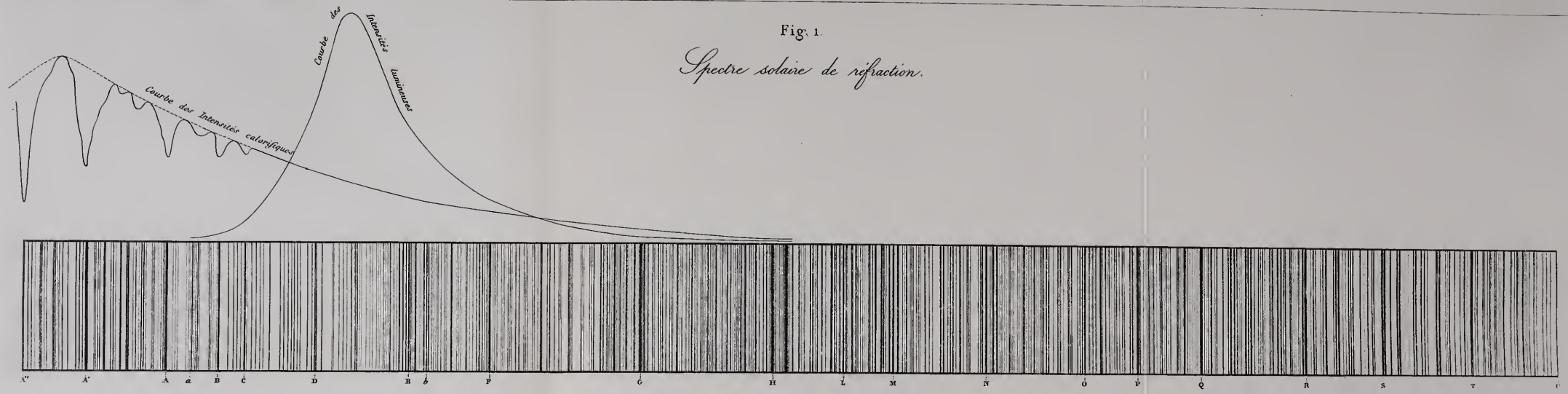
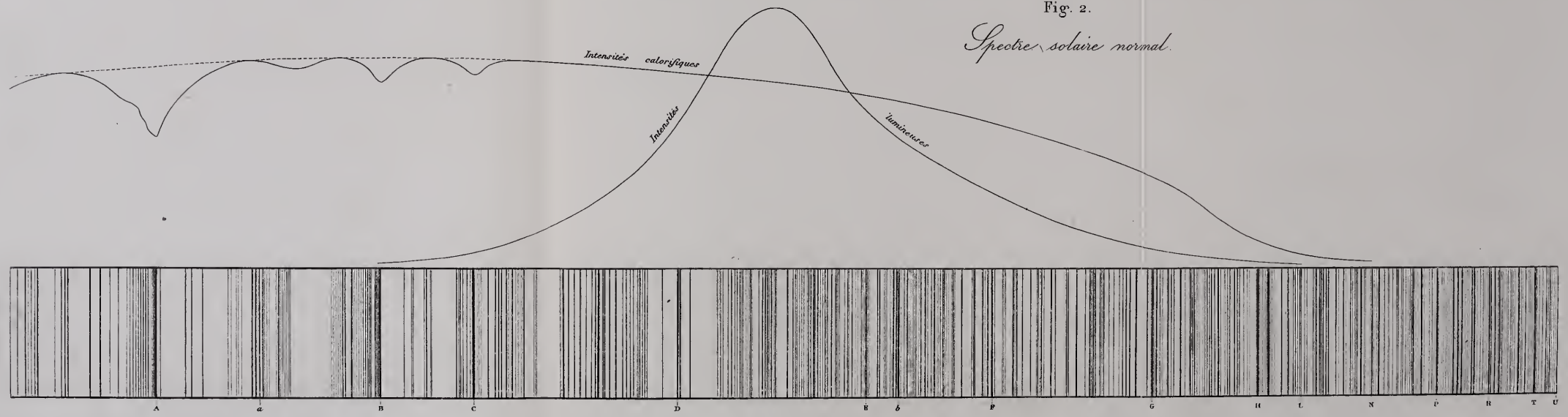


Fig. 2.

Spectre solaire normal.



Gauthier-Villars et Fils, Éditeurs.

Imp. Gény-Gros, Paris.

Un spectre normal est celui dans lequel la distance des raies est proportionnelle à la différence de leurs longueurs d'onde. On obtient ainsi une échelle uniforme en relation avec la nature physique des vibrations. Nous donnons l'image de deux spectres solaires, l'un normal, l'autre de réfraction (fig. 6 et 7) [1]. En les comparant, on verra que dans le spectre prismatique les raies sont plus écartées dans la lumière rouge et plus rapprochées dans la presque totalité de la lumière violette et ultra-violette.

Depuis Fraunhofer, on a publié de nombreux dessins des raies du spectre solaire. On peut citer : le spectre de S. Breuster, de 1^m727 de long, contenant 2 000 raies; de Kirchow, longueur 1^m25, contenant plus de 3 000 raies. Angström a donné 1 600 raies avec un dessin de 2^m90, enfin Thollon a trouvé 4 000 raies avec un spectre de 15 mètres de long.

Le spectre normal du soleil se divise en trois parties :

1° La partie visible;

2° La partie ultra-violette; } ces deux parties sont invisibles.
3° La partie infra-rouge. }

La partie visible, comme on peut s'en rendre compte (fig. 6), s'étend depuis l'extrémité du violet, raie H, longueur d'onde 3967,2, jusqu'à la limite du rouge, raie A, longueur d'onde 7 604. (Les longueurs d'onde sont ici en dix-millionièmes de millimètre.)

La partie ultra-violette est invisible. MM. Mascart et Cornu ont dressé le tableau suivant, où sont inscrites les longueurs d'onde des principales raies solaires ultra-violettes :

Raies	LONGUEURS D'ONDE	
	Mascart	Cornu
F	4 859,6	»
G	4 307,5	»
H	3 967,2	»
L	3 819,0	»

1. Ces spectres sont tirés du *Traité d'optique* de M. E. Mascart.

Raies		LONGUEURS D'ONDE Mascart	Cornu
M	. . . . .	3 728,8	»
N	. . . . .	3 580,2	»
O	. . . . .	3 440,1	3 439,7
P	. . . . .	3 360,2	3 359,3
Q	. . . . .	3 285,6	3 284,9
R	. . . . .	3 177,5	3 179,0
r	. . . . .		3 144,2
S_2	. . . . .		3 099,5
T	. . . . .		3 019,7
U	. . . . .		2 948,0

La partie infra-rouge du spectre est également invisible. Le tableau suivant donne les longueurs d'onde des radiations solaires infra-rouges à partir de la raie A.

7 604 A
7 710
7 830
7 910 à 7 960
8 040
8 190
8 300
8 440
8 580 à 8 620
8 760
8 980 à 9 000
9 170 à 9 200 Bandes ou groupes de raies.
9 340 à 9 450 } A′ groupes de raies et bandes très voisines.
9 500 à 9 650 }
9 680 }
9 920
10 520
10 690 à 10 507 } A″ paraît correspondre à φ_1 et à φ_2 de M. Abney.
11 150 à 21 190 }
11 320 à 11 420 }
11 420
12 000
13 510 à 14 000. A‴ Bord net à 13 510; probablement ψ de M. Abney.
14 400. Bande faible.
15 100 à 15 600. Groupe de bandes.
18 000 à 18 800. A‴ nombres approchés; Ω de M. Langley.

Le spectre solaire ne dépasse guère la raie ultra-violette U, mais des sources terrestres peuvent fournir des radiations de longueurs moindres encore. Ces sources lumineuses artificielles émettent certainement des radiations moins réfrangibles que celles que présente le spectre solaire infra-rouge. Nous reviendrons sur ces radiations infra et ultra des spectres d'origine terrestre.

Si l'on isole une des couleurs du spectre en interceptant les autres au moyen d'un écran, on observe que cette couleur en traversant un second prisme subit une déviation, mais non plus de dispersion (fig. 8).

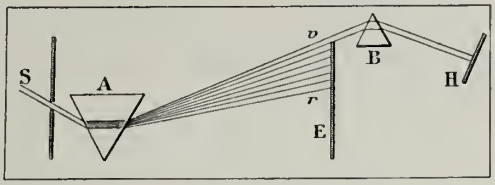


Fig. 8. — Analyse des sept couleurs.

La couleur transmise reste de la même teinte, et cela d'autant plus exactement que le rayon est réduit à un nombre aussi restreint que possible de radiations lumineuses, en sorte que l'on peut dire que chaque raie brillante du spectre est indécomposable par le prisme.

§ II. — *Spectres de lignes, de bandes et d'absorption.*

Les rayons lumineux sont en même temps calorifiques. L'élévation de la température, d'abord insensible dans le violet, commence à devenir manifeste dans le jaune; elle augmente ensuite rapidement et continue à se produire en dehors du spectre lumineux. On trouve dans la région infra-rouge des variations d'intensité calorifique correspondant généralement à des raies inactives pour les minima.

L'action calorifique dans le spectre semble suivre une progression en harmonie avec la réfrangibilité des rayons. Plus les

rayons sont réfrangibles et moins ils sont chauds. Les courbes des intensités calorifiques qui sont tracées au-dessus des deux figures spectrales de la planche de Mascart indiquent visiblement la marche continue du phénomène. On y remarquera une série de minima localisés, par exemple, en regard des raies C, B, et A.

La sensation lumineuse ne suit pas les courbes calorifiques. Cet effet physiologique dépend de la constitution de l'œil et diffère d'un individu à l'autre. Fraunhofer a pu néanmoins, par une méthode ingénieuse, déterminer pour un œil normal le rapport des éclats des différentes parties du spectre solaire, au moins d'une manière approximative.

L'intensité lumineuse (planche de Mascart, fig. 7) a son maximum dans le jaune un peu plus réfrangible que la raie D, et à partir de ce point, la lumière s'affaiblit graduellement vers les deux extrémités du spectre pour disparaître enfin.

Il n'y a pas lieu de tracer de courbe quelconque pour les actions chimiques, parce que leurs rapports varient avec la nature et l'état physique des substances employées pour les révéler; c'est-à-dire que ces actions sont électives.

« Les trois propriétés distinctes, dit M. Mascart, chaleur, lumière et action chimique, ne sont que des manifestations différentes d'une même source d'énergie, très inégales en apparence, mais inséparables, et elles conservent les mêmes rapports dans tous les phénomènes. »

Mais l'étude attentive des spectres de source terrestre a fait surgir des observations du plus haut intérêt. Fraunhofer, en 1815, avait remarqué que les spectres que donnaient les étincelles électriques étaient sillonnés de raies brillantes. D'autres observateurs comme Herschel (1823) et Fox Talbot (1826) démontrèrent que les raies brillantes des matières à l'état de vapeurs incandescentes sont caractéristiques des métaux.

Ces spectres se composent d'un petit nombre de raies ou lignes lumineuses très étroites et irrégulièrement distribuées, mais placées en des positions tellement invariables, pour un même corps simple vaporisé par la chaleur ou bien réduit en corpuscules très divisés par l'action des étincelles électriques produites entre des électrodes d'un métal, que Kirchhoff et Bunsen fondèrent sur ce fait une méthode nouvelle d'analyses : la spectroscopie.

M. Lecoq de Boisbaudran[1] a adopté pour les analyses spectrales le spectroscope à un seul prisme à vision horizontale. Cet appareil se compose : 1° d'une fente montée sur un collimateur; 2° d'un prisme de flint lourd de 60° ; 3° d'une lunette astronomique mobile autour du centre de l'appareil : l'oculaire grossit environ huit fois et renferme un fil de coton ; 4° d'une échelle divisée photographique (micromètre) dont l'image, projetée sur la face antérieure du prisme, s'y superpose au spectre. Comme source calorifique, ce distingué savant emploie le brûleur à gaz de Bunsen (quelquefois le chalumeau à souder le verre) et l'étincelle d'induction de force modérée.

Les sels métalliques les plus propres à des expériences d'analyses spectrales sont les sels facilement volatilisables, tels que les chlorures qui donnent presque toujours de beaux spectres. Il faut remarquer que les divers sels stables d'un même métal donnent des spectres différents, mais les combinaisons étant en général partiellement détruites par la chaleur, on peut obtenir des raies communes avec des sels variés.

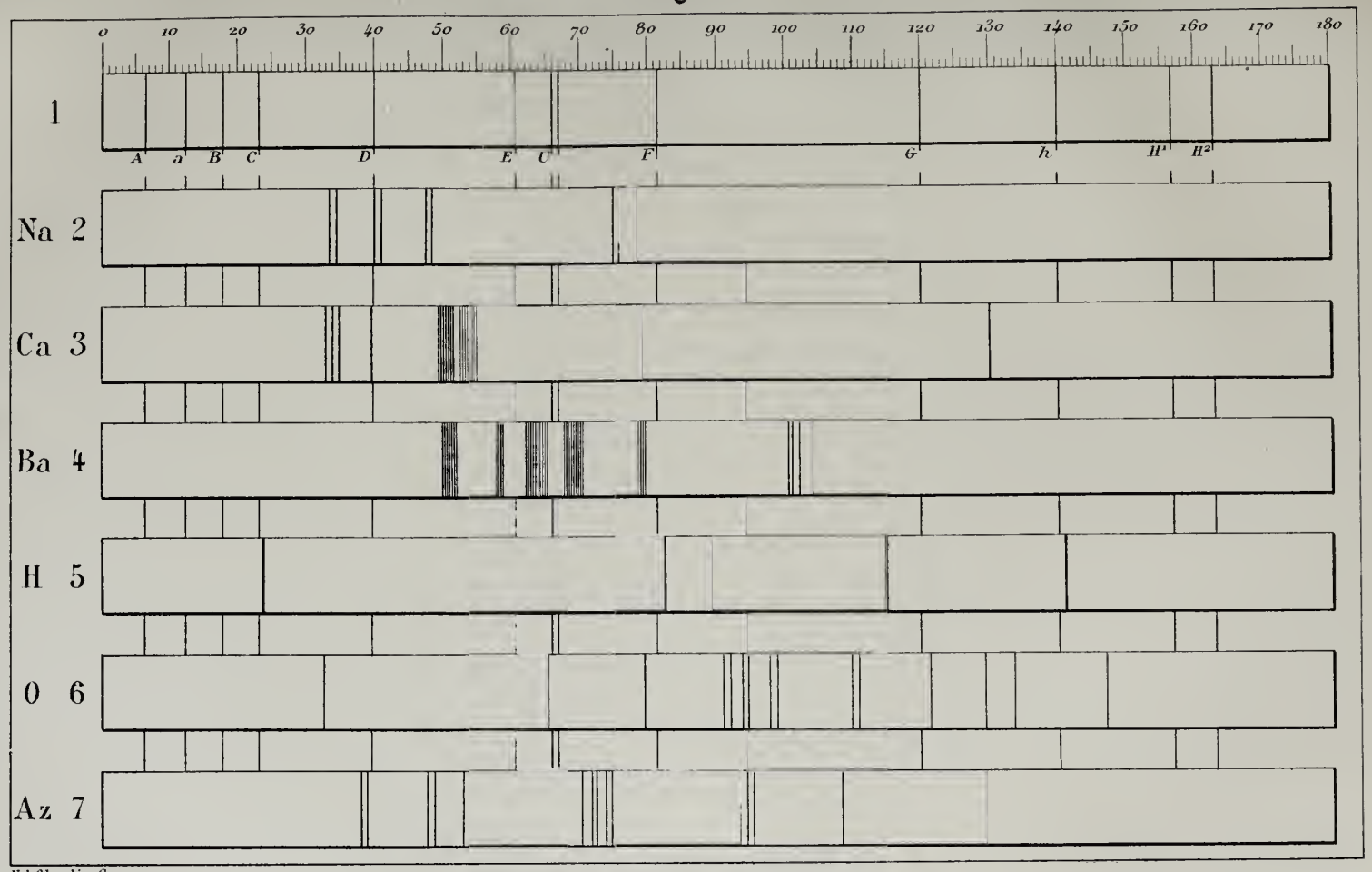
Les spectres produits par les appareils que nous venons d'indiquer donnent des raies étroites, c'est-à-dire nettes, de même largeur que la fente, lorsque les analyses sont entreprises à de très hautes températures. Ces spectres se nomment spectres de lignes. Les

1. Lecoq de Boisbaudran, *Spectres lumineux*, 1874.

raies deviennent larges dites de bande ou bien continues, soit lorsque l'on opère sur des flammes contenant des parcelles solides incandescentes, soit quand les subtances à analyser sont rayonnantes et solides ou liquides (spectre d'émission), ou bien encore lorsque l'on observe le spectre de certains gaz sous des pressions croissantes dans un tube de Geissler traversé par des décharges induites. En général, il faut que le métal soumis à la spectroscopie soit, comme nous venons de le dire, volatilisé à une température très élevée pour que l'on observe un spectre composé d'un petit nombre de lignes lumineuses caractérisant le corps que l'on analyse, mais alors, dans ces conditions, le spectre de lignes obtenu est tellement invariable que jamais n'on a pu constater de déplacement des raies et leur détermination est absolument certaine, dès qu'on les obtient suffisamment étroites. L'analyse chimique ne peut actuellement utiliser que les spectres de lignes qui correspondent à de très hautes températures. Pour préciser, nous dirons que les spectres produits par les vapeurs et les gaz incandescents donnent des spectres réduits à quelques raies visibles, quelquefois même apparemment à une seule; elles sont brillantes, nettes, tranchées, et leur position est fixe pour chacun des corps simples.

Nous donnons (figure 9) trois spectres de métaux et trois de métalloïdes placés sous le spectre du soleil. Il est facile ainsi de voir quelle est la place correspondante de chacune des raies des différents corps soumis à l'analyse spectrale.

Fig. 9.



Ed. Oberlin, Gr.

1 Spectre du Soleil

Métaux		Métalloïdes	
2	Spectre du Sodium	5	Spectre de l'Hydrogène
3	——— du Calcium	6	——— de l'Oxygène
4	——— du Barium	7	——— de l'Azote

PRINCIPALES RAIES VISIBLES DES MÉTAUX CONTENUS DANS LA FIGURE

MÉTAUX

Sodium (dans la flamme)		5 895 5 889	Raie double excessivement vive.
Calcium	(Étincelle dans la solution de chlorure ou sel dans la flamme)	6 265	
		6 202	Très vive.
		6 181	Très vive.
		5 933	
		5 543	Assez vive.
		5 517	Assez vive.
		4 226	
Baryum	(Étincelle dans la solution de chlorure ou sel dans la flamme)	5 535	Assez vive.
		5 312	
		5 242	Très vive.
		5 136	Vive.
		4 932	
		4 556	

En dehors des raies visibles des spectres des métaux et des métalloïdes, presque tous les corps simples présentent aussi des raies d'émission caractéristiques dans la partie ultra-violette du spectre et dans l'infra-rouge.

Les raies ultra-violette d'émission des métaux ont été découvertes et décrites pour la première fois par M. Mascart. Ce savant, en faisant éclater l'étincelle d'une bobine d'induction entre les électrodes métalliques, a observé, à l'aide de la photographie, des radiations ayant un spectre cinq ou six fois plus étendu que celles de la région ultra-violette solaire, laquelle est à peu près égale à la région lumineuse.

RAIES ULTRA-VIOLETTES DE QUELQUES MÉTAUX

		Longueurs d'onde
Magnésium.	— Raies extrêmes	2 789,9
Cadmium.	— Raies extrêmes	2 144,1
Zinc.	— Raies extrêmes	2 024,3
Aluminium.	— Raies extrêmes	1 852,2

De même que les sources artificielles nous offrent des radiations ultra-violettes plus réfrangibles que celles qui existent dans le spectre solaire, de même aussi on a essayé d'obtenir, par des procédés convenables, des radiations moins réfrangibles que toutes celles que présente le spectre solaire infra-rouge. Les raies infra-rouges des métaux ont été découvertes par H. Becquerel à l'aide d'une méthode analogue à celle qu'il a employée pour l'étude du spectre solaire infra-rouge. Voici les principaux résultats qu'il a obtenus.

MÉTAUX VOLATILISÉS DANS L'ARC VOLTAÏQUE

Potassium	7 700 10 980 11 620 12 330	Raies très brillantes.
Sodium	8 190 11 420	Visible à l'œil nu.
Strontium	8 700 9 610 10 030 10 980	Raies et bandes plus faibles, longueurs d'onde approchées.
Calcium	de 8 580 à 8 760 de 8 830 à 8 880	Larges bandes, probablement groupe de raies.
Magnésium	8 990 10 470? 12 000 12 120	Très intense, peut-être multiple. Très faible. Large et peut-être double.

MÉTAUX VOLATILISÉS DANS L'ARC VOLTAÏQUE (*suite*).

Aluminium	13 615 101 28	Larges et intenses, peut-être multiples.
Zinc	11 250 13 060	
Cadmium	10 500	
Plomb	10 598 10 870 11 330	Très intenses.
	12 210 12 290	Groupe plus faible, longueur d'onde approchée.
Thallium	11 500	Longueur d'onde approchée.
Bismuth	8 370 9 730	Longueurs d'onde approchées.
Argent	7 710 9 730	Visibles à l'œil nu.
Étain	10 830 11 990	

« Les raies du sodium, du magnésium et du calcium coïncident avec des raies du spectre infra-rouge[1]. »

M. Langley, partant de ce principe que les radiations les plus réfrangibles ont été données par des corps métalliques portés dans l'arc voltaïque à une très haute température, a cherché les moins réfrangibles des radiations dans des sources exposées à des températures extrêmement basses; aussi avait-il imaginé un appareil devant remplir le but, mais il ne lui a pas été possible de mesurer directement la longueur d'onde des radiations ainsi émises. Les minima des réfrangibilités des radiations infra-rouges de sources

1. Jamin, *Étude des radiations.*

artificielles sont, à ce qu'il semble, plus difficiles à observer que les maxima réfrangibles de l'ultra-violet.

M. Langley a cependant donné des chiffres de longueur d'onde de cette région spectrale infra-rouge en employant une formule relative à la dispersion du sel gemme.

Lorsqu'on interpose, sur le chemin d'un rayon lumineux à spectre continu et complet, un milieu coloré, solide, liquide ou gazeux, placé avant ou après le prisme, on constate aussitôt un changement dans la composition de la lumière; le spectre fourni présente des parties affaiblies ou éteintes, et la transformation est souvent très notable. Ces spectres dits d'absorption, parce qu'ils montrent des endroits qui sont absorbés, se distinguent généralement par des maxima et des minima de lumière et par la dernière couleur persistante. L'acide hypoazotique, par exemple, donne un spectre d'absorption composé de nombreuses bandes ou lignes noires équidistantes, couvrant un peu toutes les régions du spectre. Brewster évaluait leur nombre à 2000.

Des expériences très intéressantes ont été faites sur l'action absorbante de l'atmosphère terrestre traversée par les rayons solaires. Il a été démontré que les raies ou bandes d'absorption des spectres de cette origine avaient pour caractère essentiel de changer d'intensité avec la hauteur du soleil et avec l'état de l'atmosphère. M. Janssen a constaté directement la présence de la plupart des raies d'absorption des spectres fournis par les rayons du soleil passant à travers la couche respirable, dans la lumière émanée de sources terrestres et ayant traversé une épaisseur atmosphérique considérable.

L'absorption atmosphérique semble ne pas influer d'une façon très appréciable sur la limitation du spectre solaire vers l'infra-rouge et l'ultra-violet extrêmes. En ce qui concerne les radiations infra-rouges, il est seulement reconnu que l'absorption atmosphériques diminue quand la longueur d'onde augmente. Le coefficient

d'absorption des éléments de l'air est très faible pour les rayons les moins réfrangibles.

Quant au spectre ultra-violet, M. Cornu a démontré que les rayons les plus réfrangibles subissent une absorption considérable après leur passage à travers l'atmosphère. La limite ultra-violette du spectre solaire recule progressivement à mesure que la couche d'air traversée diminue. Néanmoins, des expériences faites à des altitudes de 1 650 mètres (Righi) et 2 570 mètres (Riffelberg) ont prouvé que l'étendue dont augmenterait le spectre solaire, s'il était permis de le recueillir au-dessus de la couche atmosphérique, serait certainement très faible.

§ III. — *Explication des raies fixes alternativement brillantes et obscures du spectre solaire.*

La relation entre les facultés émisives et absorbantes des vapeurs ou gaz incandescents fut découverte par Foucault. L'expérience qui la lui a fait reconnaître avait été précédée de l'observation d'une double raie jaune brillante dans l'arc de la lumière électrique et coïncidant exactement avec la double raie obscure D du spectre solaire. Or, il eut l'idée de faire passer des rayons solaires à travers cet arc. Les raies noires D devinrent plus foncées. Foucault conclut de ce fait que la lumière de l'arc électrique, qui émet des rayons d'une réfrangibilité déterminée, avait la propriété d'absorber et d'éteindre ces même rayons qui les traversent. Cette expérience répétée avec n'importe quel corps incandescent placé sur le parcours de rayons lumineux de source quelconque, fut reconnue capable toujours de reproduire le même phénomène obéissant au même principe. Donc, « tout gaz incandescent qui a la propriété de rayonner une raie ou bande brillante possède aussi celle de l'absorber, et il transmet sans l'affaiblir toute lumière qu'il n'émet pas ». Inva-

riablement les démonstrations expérimentales de ce principe tendent à prouver que les lignes brillantes des gaz ou vapeurs incandescents se trouvent renversées, c'est-à-dire marquées en raies noires et à la même place que ces raies actives des métaux ou des métalloïdes, lorsque la source lumineuse qui traverse un corps incandescent possède un spectre pur et continu. Il y a inversion des raies si l'on veut et ces lignes noires sont des bandes d'absorption.

Cette observation remarquable eut pour conséquence immédiate de donner une explication très nette des raies que Fraunhofer avait découvertes dans le spectre solaire.

Nous savons, en effet, que le spectre solaire n'est pas continu et qu'au contraire il est sillonné de lignes alternativement brillantes et obscures absolument fixes. Or, il ne peut être admis que le soleil soit analogue à une masse de matière rougie et rayonnante comme l'est la chaux dans la lampe de Drummond, le platine de la lampe de Bourbouze-Wiesnegg, les charbons de l'arc voltaïque, le magnésium en combustion dont les spectres sont sans discontinuité. Le spectre solaire n'est pas non plus un spectre purement de lignes brillantes, puisque ses lignes noires coïncident avec certaines raies métalliques, phénomène qui dénote qu'il y a renversement des raies provoqué par l'interposition d'une couche gazeuse absorbante. En réalité, nous devons admettre, d'après la découverte de Foucault, que le soleil nous envoie de la lumière que nous pouvons nous imaginer venir d'une masse incandescente solide ou liquide donnant un spectre continu. Cette lumière passerait à travers une couche absorbante de gaz ou de vapeurs métalliques formant l'atmosphère extérieure du soleil, ce qui donnerait un spectre continu composé de raies obscures sillonnant toute la surface spectrale comme cela s'observe dans le spectre solaire.

Il a été fait des expériences de spectroscopie qui sont en la faveur de l'explication précédente concernant les raies obscures du

spectre solaire. En plaçant la fente du spectroscope sur le bord du disque solaire et en dehors de la zone lumineuse, là où se trouvent des protubérances, on voit apparaître des raies renversées, c'est-à-dire brilllantes au lieu de noires qu'elles étaient. Le spectre lumineux de l'hydrogène obtenu de cette façon se détachait nettement entre deux régions à raies sombres correspondant à la diffusion de la lumière par le ciel comme l'indique cette figure de M. Janssen.

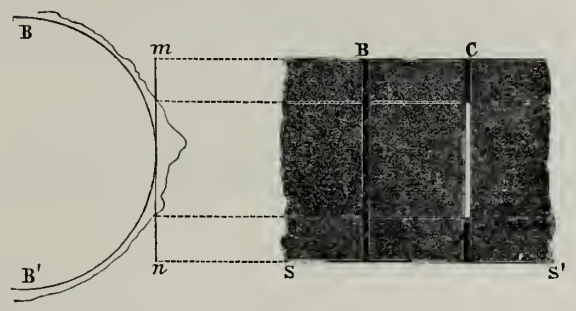


Fig. 10.

M. Young de Darmouth a vu très distinctement, pendant quelques secondes, une multitude de raies brillantes au moment où le bord du soleil allait être démasqué, lors de l'éclipse de 1870. L'atmosphère du soleil serait composée, d'après cette observation, de différents corps dans un état d'incandescence capable d'influencer la lumière transmise, c'est-à-dire de montrer au spectroscope une quantité de raies obscures qui sont autant de rayons absorbés par la couche gazeuse enveloppante solaire, conclusion d'accord avec l'expérience de Foucault, qui la première a établi que le spectre solaire était constitué de bandes d'absorption.

L'analyse de la lumière des planètes a donné des spectres iden-

tiques, pour leur constitution, au spectre solaire. Les différences sont dues à la plus ou moins grande intensité des raies ou bandes d'absorption engendrées par les atmosphères des planètes que traverse la lumière solaire réfléchie. Plus les planètes sont éloignées du soleil et plus les bandes sont sensibles, d'après Vogel.

Les spectres des étoiles sont continus et sillonnés de lignes noires coïncidant pour la plupart avec les raies caractéristiques de certains métaux.

Le spectre des nébuleuses est ou continu ou formé de quelques raies brillantes, quatre au maximum. Le noyau des comètes fournit un spectre de ligne, la queue envoyant de la lumière par réflexion posssède un spectre continu.

Tel est, très sommairement, il est vrai, mais exactement, le niveau des connaissances actuelles intéressant la dispersion de la lumière terrestre ou extra-terrestre.

Ces pages, qui sont empruntées, comme nous l'avons dit, à l'étude que nous avons faite sur la nature de la lumière, résument à peu près tous les faits qu'il est nécessaire de connaître pour saisir certains détails essentiels de la théorie que nous allons développer.

CHAPITRE V

HARMONIE MORPHOLOGIQUE DE LA LUMIÈRE ET DE L'ŒIL

Nous considérons le soleil comme la source lumineuse créatrice de l'œil.

Avant de chercher à déterminer la forme de cette lumière, il faut que nous exposions ce que nous entendons par la lumière créatrice de l'œil.

Est-ce la première rencontre de la lumière solaire avec un petit grumeau protoplasmique naissant, qui à lui seul est un être particulier auquel on ne peut refuser le titre d'animal, eu égard à ses manifestations vitales ? Cela ne peut être notre pensée. D'ailleurs comment pourrions-nous connaître la constitution de la lumière solaire à cette époque préhistorique où tout est mystère encore à l'heure actuelle pour la science, malgré le concours de la méthode inductive. N'existait-il pas alors des influences dérivant, par exemple, de conditions climatériques ou atmosphériques, soit terrestres, soit astrales, très différentes des nôtres et profondément perturbatrices

(quant à la composition radiale du spectre visible et invisible solaire actuellement connu), par suite de l'absorption des milieux gazeux ou vaporeux dans lesquels voyageait la lumière ?

Puis ce rayon solaire frappant le premier germe de vie terrestre et le forçant à réagir sous l'action de son principe irritant a-t-il bien de ce fait créé un œil même rudimentaire ? Évidemment non. L'effet ressenti à la périphérie ne pouvait être que calorifique. L'excitant-lumière, ce n'est pas douteux, a commencé par être un excitant thermique, c'est-à-dire que l'organisme animal, dans cet état le plus sommaire, n'était sensible qu'à la chaleur de la lumière et non à la vitesse de ses activités radiales.

Ce que l'on doit admettre c'est que, à travers les âges, l'appareil oculaire des vertébrés, à partir du moment où il a mérité ce nom, a dû subir des perfectionnements de structure progressifs tout en harmonisant sans cesse et lentement ses dispositions dernières, c'est-à-dire son plan organique final, avec les plus récentes modifications physiques de l'agent irritant originaire du soleil. L'effet se réglant en toutes ses parties invariablement sur la cause, l'œil n'a pu qu'obéir à cette grande loi de la nature. Or, ce raisonnement nous dispense de nous inquiéter des différentes phases de la transformation lumineuse. Cette question n'a plus à nous intéresser, quant à la constitution de l'œil de l'homme moderne, puisque, comme nous venons de le dire, l'organe oculaire a toujours varié selon les propres variations des radiations solaires. Il s'ensuit qu'en toute vraisemblance, on peut affirmer que l'appareil visuel de nos contemporains est la création de la composition lumineuse que nos savants spectroscopistes constatent dans un rayon émanant du soleil.

Voilà comment il faut interpréter le sens à donner à cette proposition : la lumière créatrice de l'œil.

§ I. — *Structure de l'œil humain*[1].

Le globe de l'œil est logé dans une cavité, l'orbite, qui présente à peu près la forme d'un cône, dont la base serait tournée en avant, et ayant à son sommet une ouverture, le trou conique, qui donne passage au nerf optique.

L'œil se meut dans les tissus graisseux qui le maintiennent dans l'orbite, par l'action combinée de six muscles; ce sont :

1° Le droit interne; 2° le droit externe, qui déplacent l'œil latéralement en le faisant pivoter autour de son axe vertical;

3° Le droit supérieur; 4° le droit inférieur, qui actionnent l'œil autour d'un axe horizontal dirigé du nez à la tempe;

5° L'oblique supérieur; 6° l'oblique inférieur, qui déterminent la rotation du globe oculaire autour d'un axe horizontal dirigé d'avant en arrière et de dehors en dedans.

L'œil est protégé par les paupières. La muqueuse qui les tapisse se prolonge dans l'intérieur de l'orbite sous le nom de conjonctive oculaire.

Les différentes parties composant l'œil sont :

Les systèmes d'enveloppe.

1° La coque solide, formée d'une partie opaque, la sclérotique, et d'une membrane antérieure transparente, la cornée;

2° L'iris ou diaphragme et la choroïde;

3° La rétine.

Les milieux transparents :

4° L'humeur aqueuse;

5° Le cristallin;

6° Le corps vitré.

1. Ce paragraphe rapporte les connaissances classiques de la structure de l'œil humain.

La sclérotique donne à l'œil sa forme solide, qui diffère peu d'une sphère légèrement aplatie à sa face postérieure. Avec la cornée, qui est enchâssée à la façon d'une vitre bombée à sa partie antérieure, elle enveloppe la totalité de l'œil.

Le tissu de la sclérotique est blanc, opaque, tendineux; il se confond en arrière avec la tunique tendineuse du nerf optique, auquel il donne passage.

La cornée est sertie dans une ouverture circulaire de la sclérotique, sur laquelle elle forme saillie, sa convexité étant plus prononcée. Son rayon de courbure est environ $7^{mm},8$ sur une base de 11 à 12 millimètres.

Elle se compose de trois couches transparentes : la substance cornée, la couche fibreuse et la membrane de Descemet; son épaisseur est un peu moindre au milieu que sur les bords.

L'iris est un diaphragme à ouverture variable, dont les mouvements de distension et de rétrécissement sont involontaires. Il a son origine commune avec le muscle ciliaire et se rattache à la choroïde.

Lorsque l'iris contient des cellules pigmentaires, il a une couleur brune; dans le cas contraire, il semble bleu, comme tout milieu trouble situé en avant d'un pigment foncé.

L'iris est percé, un peu en dedans de son centre d'une ouverture circulaire nommée pupille, qui laisse pénétrer dans l'œil les rayons lumineux et dont le diamètre varie avec leur intensité relative, de 3 à 5 millimètres.

L'humeur aqueuse, dans laquelle baigne l'iris, remplit l'espace compris entre la cornée et le cristallin. Elle est claire, incolore et composée d'eau contenant environ 2 p. 100 de matières solides.

Le cristallin est une lentille bi-convexe dont la face antérieure offre une courbure moindre que la face postérieure. Il se compose d'une membrane transparente, amorphe, la capsule, contenant une substance gélatineuse, la globuline ou cristalline, disposée en

lamelles concentriques dont la consistance diminue en approchant de la circonférence près de laquelle leur état presque liquide leur a fait donner le nom d'humeur de Morgani.

L'espace compris entre le cristallin et la rétine est rempli par le corps vitré ou humeur vitrée, qu'entoure la membrane hyaloïde. C'est une masse gélatineuse de peu de consistance, dont l'indice de réfraction, un peu plus élevé que celui de l'humeur aqueuse, diffère également peu de celui de l'eau.

La rétine est l'épanouissement du nerf optique en une membrane transparente se présentant sous la forme d'une concavité hémisphérique constituant le fond de l'œil. Son épaisseur, qui est près de son point d'attache avec le nerf optique d'un cinquième de millimètre, va en diminuant à mesure qu'elle s'en éloigne pour se terminer en un bord dentelé qui s'unit à la choroïde et à la membrane hyaloïde.

La macula leata, ou tache jaune, est pour la vision la partie la plus importante de la rétine. A son centre existe une dépression très transparente, la fovea centralis, qui contient le point de la vision directe des objets fixés par l'œil.

— La choroïde forme à la partie postérieure de l'œil une membrane mince et de couleur foncée qui est interposée entre la sclérotique et la rétine. Elle est constituée par des cellules rayonnantes entrelacées, dont les ramifications sont d'une finesse extrême.

Le muscle ciliaire s'accole à la surface extérieure de la choroïde, qui présente en outre, à sa face intérieure, des saillies remplies par un réseau capillaire, les *procès ciliaires*.

§ II. — *Comment est constituée la forme de la lumière créatrice de l'œil.*

Les caractères principaux de la lumière solaire sont maintenant connus du lecteur, notre étude sur la dispersion ayant eu pour

but de le familiariser avec la composition de ce phénomène naturel. Nous savons, entre autres faits, que le spectre solaire est formé d'une grande quantité de raies, les unes lumineuses, les autres non lumineuses. Or, à propos de lumière, nous ne pouvons nous intéresser aux raies obscures, dites d'absorption, puisqu'elles sont négatives, c'est-à-dire noires, inactives, partant sans action excitatrice visuelle. Les raies solaires brillantes, colorées, étant les seules qui provoquent le phénomène irritatif nerveux de la vision, c'est avec leur concours que nous devons essayer de définir, de tracer la forme en mouvement de la lumière.

*
* *

Mais pourquoi le spectre solaire qui s'étend depuis la raie ultra-violette U, longueur d'onde 2948 (Cornu), jusqu'à la longueur d'onde 27000, limite de l'infra-rouge fixée par M. Langley, pourquoi la partie visible de ce spectre se perçoit-elle seulement de la raie A à la raie H, c'est-à-dire de la longueur d'onde 7609,18 à 3938,72 (von der Willigen)?

« En premier lieu, dit M. Aug. Charpentier, le spectre visible est borné au rouge dans sa partie la moins réfrangible ; or, on sait que, sous le rapport de leurs autres propriétés calorifiques ou autres, la série des radiations n'est pas interrompue à cet endroit ; il n'y a même pas d'inflexion de la courbe qui représenterait la force vive des rayons du spectre. Pourquoi la rétine ne réagit-elle donc pas sous l'influence des rayons ultra-rouges? En premier lieu, divers expérimentateurs ont constaté que ces rayons n'arrivent à la rétine qu'en très petite quantité. Les milieux transparents de l'œil absorbent la plus grande partie (on sait depuis Melloni que l'eau possède pour les rayons caloriques obscurs un grand pouvoir absorbant). D'après les évaluations de Cima et de

Janssen, il en arriverait seulement sur la rétine les huit ou neuf centièmes de ceux que reçoit la cornée. Cette proportion est assurément très faible, mais elle devrait permettre encore une légère perception. Or, la perception de l'ultra-rouge est nulle, de sorte que la rétine n'est probablement pas impressionnable par eux.

« Quant aux rayons ultra-violets (appelés improprement rayons chimiques), ils ne sont pas invisibles par eux-mêmes, seulement ils arrivent à la rétine en très petite quantité et s'effacent en présence des rayons lumineux plus intenses ; on peut arriver, en supprimant ces derniers et en faisant usage d'une source riche en rayons chimiques (comme l'arc électrique) à percevoir une partie du spectre ultra-violet, qui paraît alors gris bleuâtre ou gris de lavande. M. de Chardonnet a montré dans ces derniers temps que le cristallin absorbe ces rayons au plus haut degré, tandis que les autres milieux de l'œil les laissent passer ; aussi les opérés de cataracte, qui n'ont plus de cristallin, percevraient-ils les radiations ultra-violettes dans une grande étendue, jusqu'à la raie S du spectre solaire.

« La conclusion des faits précédents, c'est que si la sensibilité de la rétine paraît se limiter à la perception des radiations moyennes du spectre, c'est surtout parce que les autres radiations, absorbées par les milieux dioptriques, n'arrivent pas jusqu'à elles[1]. »

1. *La Lumière et les Couleurs au point de vue physiologique*, par le Dr Augustin, Charpentier, p. 84, 85, 86.

A la conclusion de M. A. Charpentier, intéressant la limitation du spectre visible; nous ajouterons les quelques éclaircissements suivants :

On vient de voir que les milieux dioptriques sont les parties transparentes de l'œil, la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin, le corps vitré, et que ce sont ces éléments par lesquels passe la lumière pour venir frapper la petite portion du derme essentiellement sensible à l'action de ce phénomène. Or, l'œil n'existe pas, au propre du mot, sans ces divers organes constituant les milieux dioptriques, et les animaux inférieurs qui en sont privés ne peuvent accuser qu'une sensibilité à la lumière bien imparfaite, si toutefois ils possèdent la faculté de voir, c'est-à-dire la vision dermatoptique ou sens visuel de la peau.

Il semble donc, d'après les travaux les plus récents, que les conditions qui différencient l'appareil oculaire humain, capable de mesurer, de sentir les activités de la lumière, du système épidermique primitif qui ne peut transmettre aux centres nerveux que la sensation de chaleur inhérente à la lumière[1], ou bien son éclat, c'est-à-dire le sentiment de sa présence sans visibilité objective exacte et précise se manifestant par la perception des formes et de leurs couleurs (mollusques de la famille des Pholadidæ), c'est l'apparition de plusieurs milieux et surfaces réfringentes dont l'effet est de produire sur la rétine des images nettes des objets lumineux et aussi de régulariser, de borner autour d'une moyenne l'effort, le travail, la pression éthérée que doit subir le faisceau nerveux oculaire[2].

Cette opinion s'affirme encore lorsqu'on examine au microscope les points visuels des animaux inférieurs (annélides, vers intestinaux, astéries, holothuries, méduses, infusoires). En effet, on y aperçoit « un nerf de sensibilité spéciale dont l'extrémité périphérique est accessible à la lumière à travers des téguments transparents » (Helmholtz).

Il est curieux de constater que dans l'échelle infinie des êtres les mêmes dispositions dominent. C'est comme un plan unique qui apparaît ; il réside dans l'animalité, œuvre des forces naturelles, conception abstraite et tangible pour nos sens, sous des figures diverses. « On sait que la nature travaille constamment avec les mêmes matériaux (disait M. Geoffroy-Saint-Hilaire, en 1807, au commencement de ses travaux) ; elle n'est ingénieuse qu'à en varier les formes. Comme si, en effet, elle était soumise à

1. M. Forel considère que la vision élémentaire dont il s'agit doit se rapprocher plutôt des sensations de tact ou de température que de celle de la vision proprement dite.

2. Ces milieux ont encore pour mission de protéger la rétine contre les influences extérieures qui pourraient nuire à sa délicatesse, à sa sensibilité.

de premières données, on la voit tendre toujours à faire reparaître les mêmes éléments en même nombre, dans les mêmes circonstances et avec les mêmes connexions. »

Ainsi, en regard des analogies de structure des organes périphériques nerveux que l'on observe chez les animalcules privés de téguments transparents (milieu dioptrique de l'œil), la sensation qui résulte, pour de tels sujets, de leur exposition à la lumière est toujours ou thermométrique ou claire-obscuriste (perceptions dermatoptiquess ou photodermatiques), et seules certaines excitabilités localisées en un point sous les apparences de surfaces se déprimant aux dépens de l'épiderme et douées d'un cristallin et d'un corps vitré derrière la cornée — conditions permettant la réfraction de la lumière sur des surfaces courbes réfringentes et ayant en sus pour fonction de retenir, d'absorber les rayons infra et ultra du spectre solaire pour ne laisser passer qu'un certain nombre de radiations moyennes — servent réellement à distinguer les trois dimensions des corps et leur coloration.

*
* *

Donc, pour les raisons que nous venons de rapporter, le spectre solaire capable d'excitabilité rétinienne est limité, nous le répétons, dans le rouge, à la raie A, longueur d'onde 7609,18, et dans le violet, à la raie H, longueur d'onde 3938,72. Cette portion spectrale que l'œil perçoit à l'exclusion de toute autre partie active, nous avons montré qu'il existait deux méthodes pour en obtenir l'image sur un écran : la dispersion prismatique et le système des réseaux.

La dispersion par le prisme est la cause de troubles dans les spectres qui changent de composition selon l'indice de réfraction de la matière prismatique employée à les produire. Le système des réseaux n'a pas l'inconvénient de la première méthode ; l'espa-

cement des raies est fixe et ne dépend nullement de la matière que traverse le faisceau lumineux.

La dispersion prismatique étant généralement productrice de spectres variables à l'infini est forcément un procédé arbitraire dont nous ne pouvons nous servir pour déterminer la forme de cette lumière qui, après avoir traversé les espaces atmosphériques, a travaillé à l'œuvre complexe et délicate qu'est l'organe de la vision. Les spectres de diffraction originaires des réseaux paraissent au contraire satisfaire entièrement aux besoins d'exactitude et de fixité que nécessitent les bases que nous voulons établir pour notre étude. En effet, nous avons montré antérieurement que les spectres solaires de diffraction présentaient des longueurs d'onde toujours proportionnelles aux déviations de leurs diverses raies. C'est là, d'ailleurs, le caractère distinctif des spectres appelés normaux.

Mais une image spectrale lumineuse dont les longueurs d'onde sont proportionnelles aux déviations de leurs diverses raies est, en terme émissif, une composition spectrale dont la vitesse de propagation des radiations dans l'espace est proportionnelle aux déviations de ses diverses raies, et comme la vitesse moyenne de la lumière est de 300 000 kilomètres par seconde, laquelle vitesse correspond à la longueur d'onde 5 713,79 (von der Willigen), voisine de celle de la raie D, on peut dire qu'à partir de ce point du spectre solaire les activités radiales augmentent à gauche et diminuent à droite d'énergie dynamique proportionnellement à la distance des raies, représentation tangible, concrétion chromatique des multiples vitesses de la lumière [1].

1. Rappelons que Thollon a trouvé 4 000 raies dans le spectre solaire visible.

*
* *

A propos de théories émissives, il est nécessaire, pour la clarté des raisonnements qui vont suivre, que nous parlions du système de propagation lumineuse que nous avons conçu et que l'on trouvera entièrement développé dans notre étude sur la lumière physique. Comme notre conception tend à se lier d'harmonie avec les sciences modernes, par cela même elle réduit beaucoup les hypothèses des anciens systèmes émissifs et s'éloigne sensiblement de la théorie newtonienne. Nous partons de ce principe que la lumière qui voyage dans un milieu accessible, perméable ou transparent, est un élément fait d'une substance autre que la matière (corps simples), substance qui ne pèse pas à l'état statique, parce qu'elle est précisément celle qui, mise en mouvement, agit sur les atomes matériels, et leur procure ces poids atomiques si variables; substance que nous ne voyons pas, du moins dans cet état de repos, parce que son action sur la flexibilité rétinienne devient nulle, les cellules globulaires ou plastidules de la partie sensible de l'œil ne pouvant s'exciter mécaniquement, ou, pour mieux dire, se contracter que par l'intermédiaire d'un agent capable de pression, c'est-à-dire de l'éther en mouvement, phénomène que nous considérons comme étant proprement ce que nous appelons la lumière. Or, cet élément substantiel, cet éther interplanétaire et interatomique qui n'est lumineux que lorsqu'il se déplace avec une vitesse moyenne de 300 000 kilomètres par seconde, nous démontrons que vraisemblablement son mode d'émission est filiforme, c'est-à-dire composé de fils d'éther en mouvement dont chacun d'eux correspond à une raie active spectrale.

Donc ces fils-lumière émanant du soleil se propageant dans l'espace drus, serrés, et se frôlant continuellement, puisque chacun

d'eux marche à une vitesse déterminée qui n'a pas de semblable dans les autres activités spectrales. Mais alors comment se groupent, se rangent ces fils-lumière pour se transporter du foyer solaire à notre planète ou des corps éclairés à nos yeux? Nous arrivons ici à la discussion physico-mécanique, qui doit nous permettre de résoudre le problème visant à représenter schématiquement la forme de la lumière qui a créé l'appareil oculaire.

*
* *

Il existe deux forces dont les effets diamétralement opposés naissent du mouvement circulaire uniforme. L'une de ces forces agit de la circonférence au centre; elle se nomme centripète; l'autre, qui se dirige du centre à la circonférence, est appelée la force centrifuge. A l'étude de ces deux forces on constate que la pression des masses en mouvement est en relation directe avec la vitesse d'accélération centripète ou centrifuge du mobile. Cette relation est dissimulée dans l'énoncé de ce théorème général de mécanique : Dans tout mouvement, la force est égale, à chaque instant, au produit de la masse du mobile par son accélération. En effet, les masses accélérées qui tournent autour d'un axe (force centrifuge) subissent des pressions continûment plus fortes depuis le centre jusqu'à la circonférence. Or, ce phénomène se produit en sens inverse pour la force centripète; les plus fortes pressions se cantonnent au centre de la masse dynamique et s'affaiblissent graduellement à mesure que l'on s'éloigne de ce point.

Cet exposé va rendre intelligible l'ensemble des explications qui suit :

Un faisceau lumineux qui part du soleil, sort de cet astre, non pas avec une vitesse d'émission uniforme, mais avec une variété d'activités formée des vitesses propres à chacune des radiations

composant le faisceau. Nous avons démontré suffisamment la valeur de cette proposition, que la connaissance des phénomènes observés sur la dispersion spectrale confirme d'ailleurs, pour qu'il nous soit donné de n'y plus revenir. C'est ainsi que les prismes et les réseaux font l'office de corps opposants, de résistances à vaincre; les forces les plus énergiques passent les premières et les autres se rangent à la file, s'ordonnant d'elles-mêmes. En même temps, on observe que le plus petit parcours, au sein de la matière prismatique et de celui du milieu gazeux situé entre le prisme et l'écran, dans l'expérience de la décomposition de la lumière, est suivi par les rayons rouges, le plus grand par les rayons violets. En d'autres termes, on doit admettre que la lumière solaire qui se propage dans l'espace est composée d'infinies petites proportions lumineuses groupées par ordre de réfrangibilité et contenant, en principe, les rapports chromatique de la lumière blanche. Or, étant donné que les plus fortes pressions, à masses volumétriques et pondérales égales, appartiennent aux radiations les plus actives, et les plus faibles pressions aux radiations les moins actives, ces forces parallèles[1] constituées par la totalité des fils-lumières accélérés correspondant aux raies du spectre visible, se réuniront selon la disposition commune aux forces centripètes. Les radiations qui ont les plus grandes longueurs d'onde allant les plus vites prendront le centre et successivement s'opérera le groupement radial par ordre d'activité. De plus, ces activités ayant des variations dynamiques à peine sensibles d'une radiation à une autre voisine, la propagation dans l'espace ou plus précisément la marche dans les rangs d'une de ces petites proportions lumineuses filiformes se des-

1. Nous supposons que les infinies petites proportions lumineuses groupées par ordre de réfrangibilité ont même volume (les volumes suivent les poids), ce que l'examen des raies ne contredit pas à la condition cependant de considérer celles qui dépassent une certaine épaisseur comme formées de deux ou de plusieurs fils-lumière réunis.

sinera en fonction de la vitesse, partant de la pression. Conséquemment les 4 000 variations actives du spectre normal (raies spectrales dont les déviations sont proportionnelles à leurs longueurs d'onde et qui composent la zone visible de la lumière solaire) présenteront sans erreur possible, une image cyclique convexe, ou, géométriquement, une figure hémisphérique régulière faite de forces parallèles radiales hétérogènes projetées dans l'espace. (La Planche I ci-contre en est la représentation.)

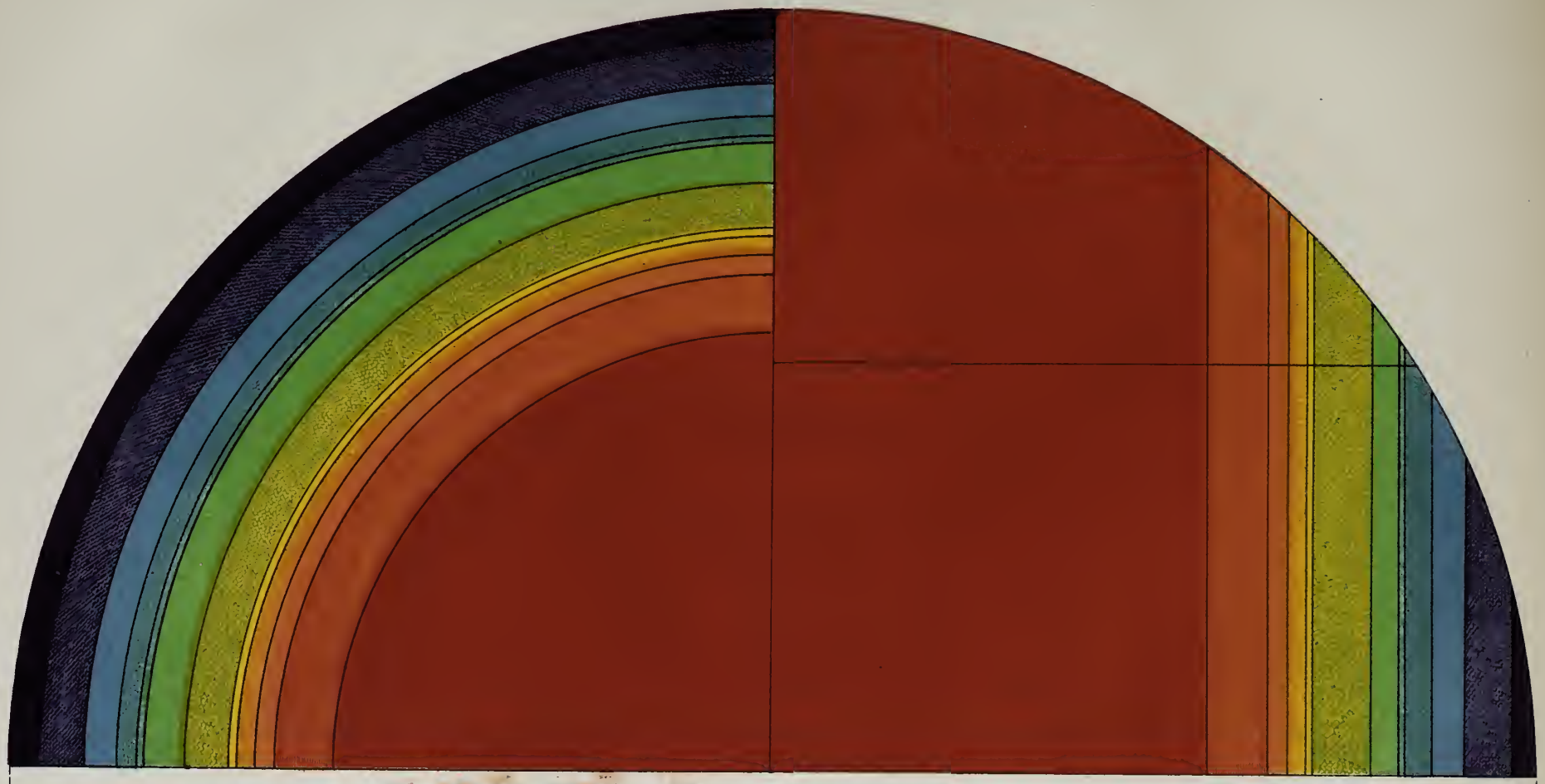
Donc, la lumière du soleil qui se propage dans l'espace étant de forme hémisphérique, il faut en conclure que l'œil est le produit de cette forme en mouvement.

§ III. — *Forme de la partie sensible de l'œil.*

L'action de la lumière qui a créé l'œil a, nous allons le démontrer, imprimé la forme de cette activité éthérée à la partie terminale de l'œil, à celle qui arrête l'énergie lumineuse, s'excite à ce travail et transmet enfin à l'organe nerveux central, contenu dans la boîte osseuse cranienne, la sensation résultante.

Au XVIIe siècle, les phénomènes du *punctum cæcum* découverts par Mariotte furent le point de départ de longues discussions sur une question qui ne pouvait que surgir à cette époque où tout était à connaître des fonctions de chacune des parties de l'œil : on se demanda si c'était réellement la rétine la couche sensible à la lumière, ainsi que l'avaient admis Képler et Scheiner. Mariotte se basant sur ce fait que la choroïde manque au *punctum cæcum* conclut que ce devait être cette membrane qui s'excitait à la lumière. La rétine, disait-on, est trop transparente pour arrêter les rayons lumineux. Cependant Pecquet, de la Hire, Haller, Porterfield, Perrault, Ziner défendirent la sensibilité de la rétine. Leur argument capital était que la rétine est le développement anatomique

Planche I.



Projection totale du SPECTRE NORMAL *entier visible*

d'un nerf considérable, tandis que la choroïde ne montre que quelques rares filets nerveux. Puis on s'aperçut bientôt qu'à l'entrée du nerf optique il n'existait pas de véritable rétine, mais une membrane blanche, celluleuse et poreuse, pouvant bien être de composition impropre à la perception visuelle sans que la rétine fût dans le même cas. Enfin Müller découvrit les fibres rayonnées qui relient les cônes et les bâtonnets aux éléments nerveux et donna, dans une démonstration physiologique, la preuve que les éléments de la couche des bâtonnets constituent la partie rétinienne sensible à la lumière.

L'œil humain normal peut être étudié à trois points de vue. Il est d'abord composé d'un appareil dioptrique formé de milieux et surfaces réfringents dont l'effet est de produire sur la rétine des images nettes des objets éclairés ou lumineux, puis d'un prolongement particulier du nerf optique, d'une concentration nerveuse, qui est précisément la rétine, organe capable de s'exciter à la lumière, enfin d'un système musculaire consistant en six paires de muscles qui donnent à l'œil la faculté de se mouvoir avec une délicatesse et une sensibilité très développées.

Nous ne nous occuperons pas ici de la vision binoculaire. Quant aux propriétés dioptriques de l'œil elles ne pourraient nous intéresser que si les milieux réfringents de l'appareil oculaire étaient capables normalement d'aberration chromatique et monochromatique, mais nous considérons que les bords colorés, qui apparaissent en recouvrant à moitié la pupille, sont des phénomènes de dispersion qui existent seulement par contrainte visuelle. Les défauts, les affections de la vue en sont aussi la cause; conséquemment nous croyons à l'achromatisme plus ou moins complet de l'œil; ce sont d'ailleurs les propres conclusions de quelques observateurs distingués tels que Forbes et Vallée[1].

1. Vallée, *Comptes rendus* XXIV, 1096; XXXIV, 321.

Pour l'aberration de sphéricité, il se rencontre des différences individuelles considérables. Chez quelques-uns ces aberrations manquent complètement ; citons Brücke. D'ailleurs, dans la plupart des plans méridiens de la généralité des yeux emmétropes et sains, les points où les rayons réfractés coupent le rayon central ne forment pas de série continue, de sorte que, d'après Helmholtz, pour de telles conditions, l'idée d'aberration de sphéricité ne trouve aucune application.

Nous n'admettons donc pas que l'œil, dans l'état le plus fréquent de fonctionnement normal, soit sujet à des aberrations chromatiques et monochromatiques originaires :

1° De la dispersion qui provient de ce que les rayons lumineux de différentes durées d'oscillation ont aussi des réfrangibilités différentes dans des milieux transparents, liquides et solides.

2° De la sphéricité qui consiste en ce que les rayons lumineux d'une même couleur, émis en un point, ne se réunissent en général pas exactement mais approximativement en un point par l'action des surfaces réfringentes.

En résumé, c'est avec raison que l'on peut dire que les milieux dioptriques de l'œil, sans tare, sont achromatiques, puisque la dispersion des couleurs ne se fait pas sentir dans la vision ordinaire. Ajoutons que les systèmes lenticulaires de l'appareil visuel sont des instruments d'optique naturels exempts d'asymétrie, c'est-à-dire que l'aberration monochromatique provenant de légères inégalités de la surface antérieure du cristallin (Th. Young) ou d'une structure particulière des surfaces réfringentes (Peclet, Niedt, Guérard, Fliedner), serait l'œuvre des altérations anatomo-pathologiques que subissent certaines parties de l'organe oculaire. Il nous faut admettre par conséquent que la lumière frappant l'œil arrive sur la rétine avec la seule sélection que les substances absorbantes dioptriques font subir aux radiations lumineuses et qui limite le spectre visible

à la portion comprise entre la raie A et la raie H. Quant à la lumière transmise au faisceau nerveux rétinien, elle touche le but excitable sans modification contrariant l'exactitude de l'image produite.

Il était important de définir le rôle des surfaces et milieux réfringents lenticulaires relativement à leur action perturbatrice. Ces organes précédant la rétine pouvaient-ils altérer l'icone de la lumière? Voilà quelle était la question. Or nous venons d'y répondre en mettant les aberrations de la vision sur le compte d'anomalies diverses que l'on peut classer en leur donnant pour causes l'hérédité, la maladie, ou des conditions expérimentales habilement conçues. Dès lors ce sont les fonctions spécialement réservées à l'appareil rétinien qui doivent accaparer toute notre attention. En effet, l'agent qui possède à un haut degré le caractère de l'extériorité, la lumière, pénètre sans aberration jusqu'à cette membrane nerveuse périphérique qui s'excite à ce contact, reçoit l'énergie des radiations visibles, en mesure l'activité, en touche le heurt, distingue enfin la pression et la forme de l'éther lumineux qui frappe l'œil.

Mais avant d'étudier en détail les fonctions, les aptitudes rétiniennes, essayons de connaître anatomiquement l'épanouissement nerveux oculaire quant à ses dispositions morphologiques.

L'anatomie comparée des différentes rétines appartenant à des animaux vertébrés accuse un fait qui frappe par sa présence constante; c'est l'unité du plan de la structure morphologique, ou plus simplement de la conformation de la membrane rétinienne. Ainsi, chez les animaux supérieurs, la rétine qui tend généralement à être au foyer du système dioptrique s'épanouit constamment en une masse nerveuse creusée en coupe ou en sphère creuse au fond de l'œil entre la choroïde et le corps vitré. D'ailleurs cette constatation d'unité de plan semble s'étendre à l'appareil oculaire de la totalité des vertébrés; la composition organique, l'arrangement des parties essentielles de l'œil seraient anatomiquement analogues pour

toute cette classe d'animaux. Il existe seulement quelques petites différenciations que font ressortir certaines comparaisons faites avec l'organe visuel humain qui est le type que nous jugeons être en possession des plus grands perfectionnements. « Il faut remarquer, dit M. A. Charpentier, que si chez les animaux supérieurs la structure de l'œil est la même, ces animaux sont cependant pour la plupart notablement hypermétropes c'est-à-dire que leur rétine est trop en avant par rapport à la force réfringente de leurs yeux; on peut s'en assurer directement à l'aide de l'ophtalmoscope. » Ce qui veut dire que la configuration de la rétine peut tout aussi bien que les milieux dioptriques influencer la vision. L'excès ou l'insuffisance de réfraction des yeux, qui sont des conditions défectueuses ayant pour conséquence l'hypermétropie et la myopie, seraient dus tantôt aux milieux transparents qui laissent passer la lumière et tantôt à la paroi nerveuse irritable qui la reçoit. Pour les milieux transparents, ces anomalies optiques dépendraient d'un degré de réfraction anormal de l'œil à l'état de repos, ou encore d'un déréglement de l'appareil d'accommodation visuelle consistant en une modification de la réfraction produite par l'activité musculaire (Donders), et, pour la paroi nerveuse, à la courbature concave rétinienne plus ou moins régulière. Par suite, il ressort des faits qui précèdent que chez l'être à vertèbres qui a une vue emmétrope et normale, c'est-à-dire sans défaut, le placement des milieux réfringents par rapport à la membrane rétinienne, la qualité de ces milieux et la perfection géométrique de la forme sphéroïdale de la masse nerveuse concourent à l'obtention d'une délicatesse de perception et d'une netteté visuelle poussées au maximum. Or, nous pouvons noter que, parmi ces différents facteurs qui ont pour mobile de fournir à la vision des vertébrés les meilleures conditions optiques, la rétine de l'homme, qui est la rétine d'un vertébré, est au point de vue de la forme d'une régularité que l'on peut dire

quasi-géométrique. C'est ce que démontre la figure 11 qui représente la section horizontale d'un œil humain. Ce dessin est tiré de

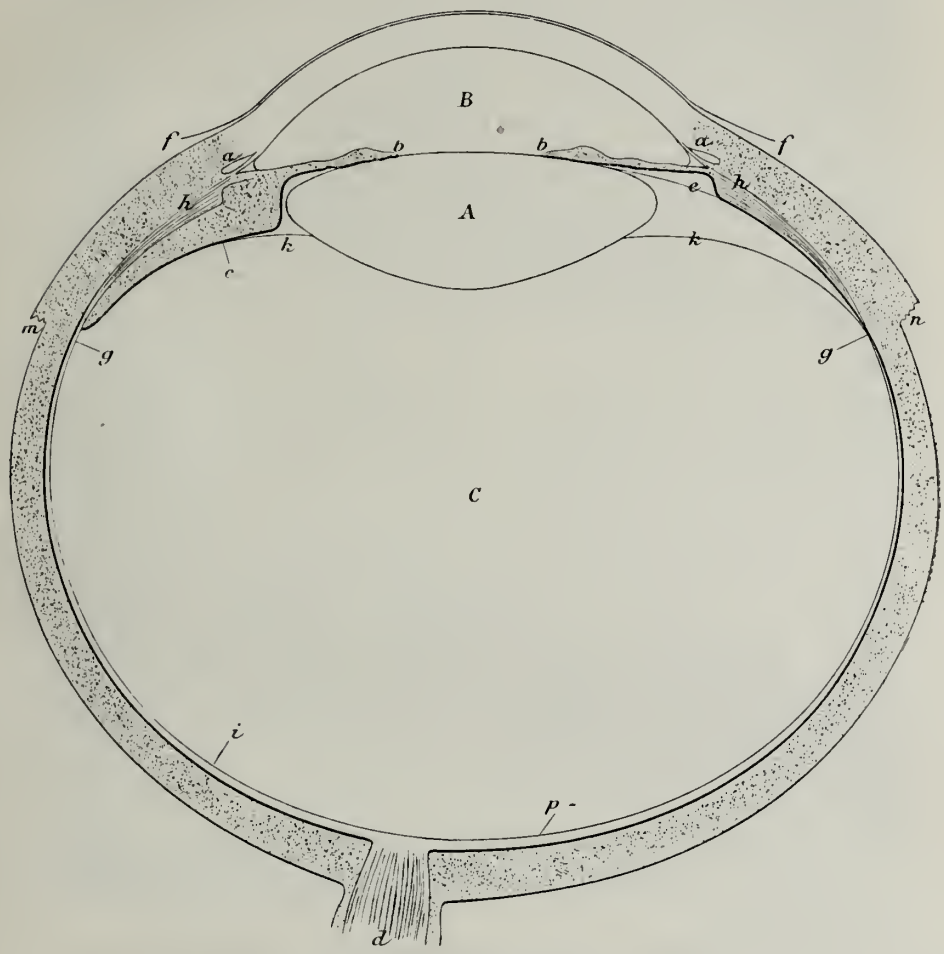


Fig. 11. — Coupe de l'œil.

l'optique physiologique de Helmholtz traduite par E. Javal et Th. Klein.

A l'examen de ce dessin on constate que la partie de l'œil qui est

continûment régulière comme sphéricité est précisément la masse nerveuse excitable à la lumière et nous verrons par la suite que cette partie antérieure de l'organe visuel n'est excitable que dans des limites remarquables par la concordance qu'elles accusent — les limites — avec la forme de la lumière qui a créé l'appareil oculaire.

Les dimensions de la rétine et de ses éléments ont été l'objet de mensurations faites par différents observateurs. Citons les mensurations de Krause, celles de Weber, de Brücke, de Vintschgan. Tous ces travaux anatomiques font ressortir ce point important concernant la surface excitable de l'expansion terminale du nerf optique, à savoir : que cette membrane nerveuse tapisse environ la moitié postérieure du globe oculaire. « Elle naît en arrière de la papille optique et s'avance en s'épanouissant jusqu'à la base des procès ciliaires où elle forme l'*ora serrata :* c'est là qu'elle s'arrête fonctionnellement, quoique les restes de sa gangue connective puissent se suivre beaucoup plus loin, jusque sur les procès ciliaires, et que sa couche pigmentaire se prolonge même sur la face postérieure de l'iris. A l'ora serrata disparaît toute trace d'éléments nerveux, et avec eux toute sensibilité dans la rétine[1]. » Enfin la conclusion qui découle naturellement de l'examen des mensurations de la concavité nerveuse excitable de l'œil se trouve réduite à l'exposition d'un fait tangible qui ne peut être contesté par aucun physiologiste. En effet, comme l'écrit M. A. Charpentier, la « rétine est une membrane étalée sous forme d'hémisphère[2] » ; c'est ainsi que ce distingué savant exprime une idée concrète, désormais inséparable du sujet.

Cette disposition est très saisissable dans la partie inférieure, intéressant la rétine et le nerf optique, de la figure 11.

1. A. Chapentier, *Idée générale de la rétine.*
2. Localisation des excitations lumineuses sur l'étendue de la rétine, chapitre II.

Nous pensons avoir suffisamment mis en évidence, par l'ensemble des faits généraux très simples à observer que nous venons de définir, la similitude de forme qui existe entre la lumière créatrice de l'œil et la membrane nerveuse qui seule dans l'appareil oculaire est capable d'excitations transmissibles au cerveau. La lumière a donc façonné l'œil à sa ressemblance, elle a imposé son empreinte à la matière vivante, elle a moulé sa figure cyclique dans le protoplasma obéissant, malléable qui, d'après la théorie alvéolaire de Bütschli, est doué avant tout du pouvoir de se différencier d'une manière plus ou moins spéciale selon le travail histologique des animaux, au point de vue de leurs fonctions.

Désormais il est acquis :

1° Que ce grand phénomène physique émanant du soleil pris comme source primordiale, la lumière, revêt pour se propager dans l'espace, la forme géométriquement hémisphérique par suite de l'ordre mécanique, du rangement centripète des activités radiales.

2° Que la portion sensible, le faisceau nerveux excitable de l'organe visuel, montre une conformation qui, d'après les mensurations des physiologistes, est régulièrement hémisphérique.

Or c'est ce rapprochement des complexions sus-désignées qui établit la similitude, l'analogie morphologique de la lumière avec l'appareil vital qui touche, qui sent cette lumière. Enfin la connexion iconographique de la cause et de l'effet, — connexion que nous avions pour but de rechercher, — ressort jusqu'à l'évidence à la lecture des pages antérieures.

CHAPITRE VI

HARMONIE DE LA CAPACITÉ A SENTIR DE L'HÉMISPHÈRE RÉTINIEN AVEC LES PRESSIONS MULTIPLES ET VARIABLES DE LA FORME HÉMISPHÉRIQUE DE LA LUMIÈRE

Nous venons de constater que la forme de la lumière solaire se retrouvait exactement dans la configuration de la membrane excitable de l'appareil oculaire humain. Or, la lumière, nous l'avons dit antérieurement, doit posséder, comme toute masse en mouvement qui frappe une autre masse (à l'état statique ou dynamique), un pouvoir de compressibilité dépendant du volume du mobile en mouvement et de sa vitesse acquise. La vitesse acquise de la lumière solaire qui se propage dans l'espace nous est connue. Sa composition est complexe. L'éther lumineux a un dynamisme formé d'activités aussi nombreuses qu'il y a de raies brillantes spectrales; les radiations de vitesse maximum prennent le centre puis les autres suivent, c'est-à-dire se rangent par ordre de réfrangibilité selon le schéma hémisphérique que nous avons présenté page 188.

De telles conditions émissives continûment moins actives du centre à la circonférence sont autant d'occasions, de circonstances physiques, donnant lieu à des pressions multiples et infiniment variées en concordance avec les vitesses radiales. Le mot concordance est pris ici pour le rapport qui existe entre la vitesse des radiations et la pression. Toute radiation étant supposée égale en volume à sa voisine, chacune d'elle est capable d'une pression (résultat de l'arrêt des forces vives) proportionnelle à la vitesse de la raie brillante considérée.

D'après ces assertions, nous devons retrouver dans la paroi nerveuse de l'œil, qui a subi l'empreinte de la forme de la lumière solaire, la capacité à sentir l'ordre de la variabilité des pressions multiples de cette forme hémisphérique.

Notons que, pour étudier la capacité à sentir précitée de la rétine il nous faut distingner deux cas dans l'arrivée du faisceau lumineux à l'œil. Le cas où la surface excitable rétinienne est totalement emplie par la lumière et celui où cette membrane sensible est partiellement frappée par ce même agent physique extérieur.

§ I. — *Capacité de la rétine à sentir totalement les pressions de la forme hémisphérique de la lumière.*

Nous avons mentionné des expériences démontrant que l'éther lumineux est doué de la propriété de faire effort sur des surfaces matérielles, nous avons rapporté des observations tendant à établir que l'œil ressent des effets lumineux sous l'influence de la pression artificielle, il nous reste encore à interroger l'organe sensible même afin de savoir si l'influence de la lumière sur les éléments irritables de la rétine correspond à un mouvement donnant lieu à une modification organique pouvant être prise pour le travail d'une

pression exercée sur la surface de la membrane nerveuse de l'organe visuel.

Voyons tout d'abord quelle est la composition de la membrane qui détient les éléments irritables de l'organe oculaire.

La rétine a une épaisseur autour du nerf optique d'après Kolliker de 0,22 et de 0,135 à la partie postérieure du globe de l'œil, Cette épaisseur n'est plus à l'équateur que de 0,084 et au bord antérieur de 0,09.

L'hémisphère rétinien vu au microscope est constitué en partie des éléments ordinaires du système nerveux : fibres nerveuses, ganglions, noyaux et de plus d'éléments particuliers; bâtonnets (*bacilli*) et cônes (*coni*). J. Henle a fait un tableau qui est le produit des résultats obtenus tant par d'autres observateurs que par lui-même. En allant de dehors en dedans, il distingue les couches en les dénommant dans l'ordre suivant :

Couche mosaïque.
Couche fibreuse externe.
Couche nerveuse { Substance grise.
Substance blanche. }
Membrane limitante.

Malgré la faible épaisseur de la membrane rétinienne on a pu observer à sa surface et jusque dans son milieu même différents phénomènes objectifs produits par la lumière. Or, ces phénomènes semblent être originaires d'une action mécanique. Mentionnons les mouvements qui s'opèrent dans les prolongements des cellules pigmentaires et dans les cônes et les bâtonnets.

Mais examinons en détail ces actes intermédiaires susceptibles d'être pris sur le fait entre l'arrivée de la lumière sur la rétine et l'excitation des fibres du nerf optique. « On sait que l'extrémité

libre des cônes et des bâtonnets s'appuie sur une couche de cellules pigmentaires hexagonales formant une mosaïque très régulière; ces cellules sont beaucoup plus grosses que les éléments de la membrane de Jacob ; leur largeur peut équivaloir en moyenne à cinq ou six de ces derniers. Ces cellules envoient en outre entre les cônes et les bâtonnets des prolongements filiformes très nombreux chargés de grains de pigment allongés et prismatiques; ces grains sont placés bout à bout dans le sens de la longueur.

« Or, la lumière exerce une influence remarquable sur la distribution de ces grains de pigments. La longueur des prolongements filiformes est toujours sensiblement la même, mais les grains qu'ils contiennent s'avancent plus ou moins du côté de la membrane limitante externe suivant que l'œil a été exposé à un éclairage plus ou moins intense. Sur les animaux qu'on a tenus dans l'obscurité, les grains de pigment sont retenus tout contre les cellules hexagonales ; l'action de la lumière a-t-elle été au contraire forte et prolongée ? toute la longueur du bâtonnet ou du cône est en contact avec le pigment dont sont chargés les prolongements de ces cellules (Boll, Angelucci, Kühne). C'est une véritable migration due aux mouvements intérieurs du protoplasma de ces prolongements, etc. En même temps il s'opérerait, paraît-il, un léger raccourcissement des bâtonnets et des cônes sous l'action de la lumière.

« Ces migrations du pigment ont pour résultat de rendre la couche des cellules hexagonales beaucoup plus adhérente au reste de la rétine quand l'œil a subi l'effet des rayons lumineux.

« Voilà donc un phénomène objectif en rapport avec la présence de la lumière. Celle-ci peut donc agir sur la rétine non plus chimiquement mais, mécaniquement pour ainsi dire [1]. »

Ce léger raccourcissement des bâtonnets des cônes est sympto-

1. Augustin Charpentier, *La lumière et les couleurs*, p. 82, 83, 84.

matique; c'est un phénomène constatable *de visu* en rapport avec la présence de la lumière. Il ne peut être expliqué que par l'effort mécanique, la pression de l'éther lumineux sur les couches élastiques qui tapissent la concavité nerveuse optique.

Le léger raccourcissement des bâtonnets et des cônes sous l'action de la lumière est précisément la contraction qui résulte toujours d'une pression exercée sur la masse d'un corps déformable. La déformation modifie momentanément la paroi sensible de l'appareil oculaire; c'est l'effet du travail moteur de la lumière et ce travail se présente à la surface de la rétine, selon nous, avec une forme, dont nous pouvons connaître par le calcul la valeur pondérale de la composition des forces actives capables de pressions variées.

De telles données ne sont-elles pas, dans l'espèce, suffisantes pour établir une théorie de la sensation des couleurs plus rationnelles que toutes celles imaginées jusqu'alors ?

On a mis en avant depuis quelque temps, comme modificateur des éléments rétiniens sous l'action de la lumière, la décomposition photochimique du pourpre visuel nommé l'érythropsine. Mais cette théorie, qui voudrait donner à une réaction, à un processus chimique le rôle de transformer la lumière à la périphérie d'un nerf sensible, cette théorie tombe d'elle-même quand on considère que cette substance colorée l'érythropsine, qui a été constatée partiellement par Kühne dans la rétine de l'œil humain, manque précisément sur les bords extrêmes de cette membrane et dans la *forea centralis* qui est le point de la vision la plus nette.

Il existe aussi une hypothèse célèbre qui est réputée capable de fournir l'explication de toutes les sensations colorées. Elle a été imaginée par Young. Ce système. qui traduit objectivement le mécanisme de l'excitation, exige que la rétine contienne trois énergies spécifiques correspondant à trois couleurs fondamentales pouvant

reproduire toutes les autres. L'irritabilité de ces trois fibres nerveuses donnerait lieu à des vibrations sous forme de trois courbes; la courbe 1 pour les fibres rouges, la courbe 2 pour celle du vert, la courbe 3 pour celles du violet (fig. 12).

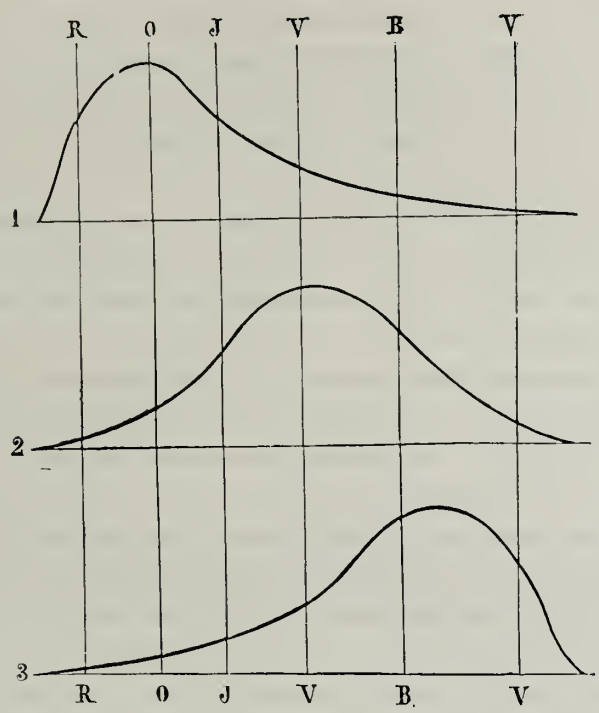


Fig. 12.

Cette théorie est en désaccord flagrant avec ce fait de la physiologie que chaque filet nerveux ne peut réagir avec excitations que d'une seule manière et transmettre au cerveau qu'une sensation spécifique et déterminée. Et ce qui est plus grave encore, c'est que « jusqu'à présent toutes les tentatives faites pour assurer à cette

hypothèse une base objective ont échoué, et les trois fibres sont encore à découvrir ». (Charpentier.)

Nous ferons remarquer que Helmholtz a repris l'hypothèse de Young et l'a défendue, quoiqu'elle soit en contradiction avec les faits anatomiques et la loi de l'énergie spécifique des nerfs. Ce savant a tourné la difficulté en affirmant que nous ne savons rien sur le nombre et les fonctions des fibres conductrices. Par suite, il admet hypothétiquement que chaque fibre sert à trois actions complètement distinctes et indépendantes l'une de l'autre.

Quoi qu'il en soit, ce qu'il importe pour nous de retenir, c'est que la théorie de Young-Helmholtz, qui est considérée par le monde scientifique comme la meilleure explication de tous les phénomènes de l'étude physiologique des couleurs, donne à la lumière un pouvoir mécanique, ce semble, puisque chaque couleur spectrale qui excite toutes les espèces de fibres, mais avec une intensité différente, joue le rôle d'un stimulant, d'une énergie, c'est-à-dire d'une force, qu'on ne comprend pas très bien dégagée du mouvement comme modificateur ou comme excitateur des fibres précitées.

On ne trouvera pas excessif le soin que nous mettons à entourer de documents scientifiques diversement choisis la conception de cette forme de la lumière possédant des activités variées capables de pressions adéquates. Nous avons voulu que des faits expérimentaux dénonçassent la présence pondérale de ces pressions multiples de la forme de la lumière, dans les effets dynamiques de ce phénomène éthéré, dans les excitations artificielles infligées à l'œil et jusque dans le travail de la membrane sensible dont les modifications sont caractéristiques de l'action mécanique qui les détermine.

Quoiqu'une semblable accumulation d'observations concordantes (observations témoignant toutes des agissements physico-mécaniques et physiologiques de la pression de l'éther lumineux)

puisse passer pour concluante, pour décisive, cependant il existe un fait bien autrement précis encore qui démontre, par l'étude des aptitudes des diverses parties de la rétine sous le rapport de leur sensibilité chromatique, la réelle présence, dans des conditions variées que nous avons d'ailleurs fixées, de ces activités radiales, sous forme hémisphérique, agissant au moment du choc, c'est-à-dire de la rencontre du faisceau nerveux optique, par des effets compressifs qui suivent la progression des vitesses des raies brillantes spectrales rangées par ordre centripète.

Pour mettre en évidence le fait en question, pour en faire la démonstration, il suffit d'établir expérimentalement à l'aide de mensurations, la disposition des couches organiques de la rétine à sentir les différentes vitesses des radiations de la lumière solaire. Comme cette particularité de la membrane rétinienne est pour notre théorie esthétique d'une importance capitale, nous pensons devoir laisser parler à notre place ceux-là même qui ont pu, par des expériences rigoureuses, enregistrer les observations propres à déterminer la mesure des aptitudes des diverses parties de la rétine à s'exciter sous l'influence des couleurs. Parmi les hommes autorisés qui se sont occupés de cet intéressant problème, nous choisirons un physiologiste que nous avons déjà cité plusieurs fois : M. Augustin Charpentier. Il est l'un de nos savants français qui s'est quasi spécialisé dans l'étude de la lumière et des couleurs. C'est à lui que nous empruntons les explications qui suivent et qu'exige notre sujet[1].

1. Avant de suivre la démonstration de M. A. Charpentier, il est nécessaire d'énumérer les principaux procédés naturels et artificiels employés pour produire les couleurs.

Le moyen le plus simple consiste à recevoir de la lumière colorée d'une source directe. Il existe des corps qui, en brûlant, donnent de la lumière blanche, d'autres fournissent des couleurs monochromatiques à l'œil, mais ces lumières blanches ou colorées émanant de sources directes sont toujours composées de plusieurs radiations quand on les examine au spectroscope.

« *Perception des couleurs par les diverses parties de la rétine.* — La première question qui m'a occupé est la comparaison des diverses parties de la rétine sous le rapport de leur sensibilité chromatique. Il y avait à se demander si la perception des couleurs se faisait avec la même délicatesse sur toute l'étendue de cette membrane, comme cela se passait pour la perception de la lumière blanche.

« Or l'examen le plus superficiel montre qu'il n'en est rien, et que le centre de la rétine distingue mieux les couleurs que les parties périphériques.

« Si, par exemple, on prend des carrés de papiers colorés de 1 à 2 centimètres de côté et qu'on les présente isolément à l'œil en plaçant cet organe au centre du périmètre et faisant avancer les papiers de la périphérie vers le pôle de l'arc, on constate un premier fait, c'est que les limites dans lesquelles chaque couleur peut être reconnue sont plus restreintes que celles du champ visuel ordinaire, c'est-à-dire que celles de la perception d'un objet blanc.

La lumière d'une source directe est susceptible de se transformer si on la fait passer dans des milieux qui la modifient par absorption ou par réfraction.

L'absorption dénature le rayon lumineux en ce sens que les corps composant le milieu absorbant se retrouvent à l'examen spectroscopique avec leurs raies caractéristiques. C'est ce qui se passe pour les verres de couleur.

La réfraction, précisément celle qui dérive des prismes, sépare mécaniquement les radiations d'une lumière directe quelconque et la dispersion qui en est la conséquence montre, dans tous les cas, une échelle variée de raies colorées placées par ordre de réfrangibilité.

Toutes ces lumières directes, pures ou transformées par absorption et par réfraction, peuvent encore subir des altérations lorsqu'elles rencontrent la surface de corps quelconques. Ces corps ainsi frappés directement par de la lumière blanche ou colorée, réfléchissent cette lumière par diffusion, après l'avoir plus ou moins modifiée.

L'optique d'un corps est toujours l'indice de sa constitution chimique.

Le résultat physiologique de la lumière directe renvoyée indirectement (par réflexion), d'une masse de matière atomiquement simple ou moléculairement composée, est monochromatique à la vision. On appelle ces couleurs des couleurs pigmentaires. Les couleurs des peintres rentrent dans cette catégorie.

« Le champ visuel des couleurs est donc plus petit que le champ visuel général.

« Voici jusqu'à quelle limite extrême, dans chaque méridien, et à l'éclairage du jour, M. Landolt reconnaît nettement la couleur de papiers colorés de 2 centimètres de côté :

	Violet.	Vert bleuâtre.	Vert jaunâtre.	Rouge.	Orange.	Jaune clair	Bleu.
Méridien interne.	35	38	45	55	60	67	70
— interne et inférieur.	35	37	44	55	55	62	68
— inférieur.	33	43	49	58	59	62	69
— inférieur et extérieur	35	55	60	66	68	70	78
— externe	45	52	60	65	70	78	78
— externe et supérieur	35	40	50	64	68	73	73
— supérieur	34	39	44	53	58	59	59
— supérieur et interne.	35	39	44	56	54	67	67

« Ainsi pour M. Landolt, comme pour tous les expérimentateurs, c'est le bleu qui est reconnu le plus loin dans tous les sens. Pour la plupart, le vert est reconnu moins loin que le rouge. Le violet a généralement le champ visuel le plus rétréci.

« Quant à la place du jaune, de l'orangé et d'autres couleurs plus ou moins franches, elle varie suivant leur clarté qui peut être très différente suivant les échantillons.

« *Les couleurs à la périphérie du champ visuel.* — Les limites des champs visuels de chaque couleur sont dans tous les yeux normaux à peu près concentriques à celles du champ visuel général.

« Quand on répète ces expériences qui consistent à approcher de la périphérie vers le centre des couleurs pigmentaires, on constate qu'elles font une impression très différente suivant la partie de la rétine où elles se peignent. Elles sont toutes perçues comme objets blanchâtres avant d'être reconnues comme couleurs; puis elles font l'impression d'une couleur qu'il est impossible de définir; bientôt après, on les reconnaît plus ou moins bien, mais on ne leur

attribue pas le degré de saturation ni le ton vrai qu'elles acquièrent en se rapprochant du centre.

. . . . . .

« Des observations précédentes, il reste donc seulement ceci que la rétine est de moins en moins sensible pour les couleurs à mesure qu'on les éloigne vers la périphérie du champ visuel.

« *Loi de la diminution de la sensibilité chromatique du centre à la périphérie.* — Dans quelles proportions varie cette sensibilité ? C'est la question posée par M. Augustin Charpentier et qu'il a résolue par plusieurs méthodes qui reposent toutes sur le même principe. Relatons les expériences qu'il a entreprises avec des couleurs spectrales dans le laboratoire d'ophtalmologie de M. Javal à la Sorbonne.

« On produisait un spectre avec la lumière Drummond et on le projetait sur le verre dépoli postérieur du photoptomètre. On limitait sur ce verre, à l'aide d'un papier noir convenablement découpé, une petite étendue à l'endroit de la couleur voulue, et sur l'autre verre se formait une image de même couleur, plus ou moins éclairée suivant l'ouverture donnée au diaphragme graduateur.

» Il est inutile de donner ici les chiffres recueillis dans nos expériences : un seul exemple suffira pour montrer comment la sensibilité chromatique décroît du centre à la périphérie de la rétine.

« Des papiers colorés de 2 millimètres de côté sont présentés à l'œil de 10 en 10 degrés dans la partie interne du champ visuel de mon œil gauche (méridien horizontal). A cet effet un fil est attaché à l'extrémité de la tige centrale sur laquelle s'appuie l'œil du sujet, ce fil est tendu par l'expérimentateur placé de l'autre côté du périmètre; on le fait passer successivement à 10, 20, 30.... degrés du point de fixation, et le long de ce fil, en commençant par une distance très grande, l'expérimentateur rapproche progressivement de

l'œil le carré coloré, placé sur fond noir; lorsque le sujet commence à percevoir nettement la couleur, on note la distance correspondante. Voici les chiffres d'une expérience, obtenus avec 3 papiers colorés, bleu, vert et rouge :

	Bleu	Vert	Rouge
A 0° (point de fixation)	$0^m,81$	$1^m,44$	$1^m,32$
5° en dedans.	0 91	0 82	0 60
10° —	0 58	0 44	0 33
15° —	0 44	0 24	0 21
20° —	0 33	0 19	0 14
25° —	0 24	0 15	0 09
30° —	0 19	0 09	0 05
40° —	0 14	0 065	»
50° —	0 11	0 04	»
60° —	0 085	»	»
70° —	0 06	»	»

« Ces chiffres (reproduits dans la figure 13), comme tous ceux que j'ai recueillis sur plusieurs sujets et sur moi-même, montrent que la sensibilité de l'œil pour les couleurs décroît d'une façon continue des parties centrales aux parties périphériques du champ visuel, puisqu'il faut des images rétiniennes de plus en plus grandes pour permettre la distinction de ces couleurs.

« Les mêmes faits ressortent des expériences faites directement avec le photoptomètre, qu'il soit muni de verres coloré ou éclairé avec des couleurs spectrales. Plus on s'éloigne vers la périphérie de la rétine, et cela dans tous les sens, plus il faut donner d'intensité à chaque couleur pour la faire reconnaître par l'œil en expérience. Mais en aucun endroit (sauf sur la tache aveugle), il n'y a de lacune ni de saut brusque dans cette décroissance continue de la sensibilité chromatique. »

On remarquera dans le tableau ci-dessus que le bleu est perçu moins loin au centre qu'à 5° du point de fixation.

Le fait est exact, il n'y a là aucune erreur. Après M. A. Char-

pentier qui l'a observé dans ses expériences de 1877, Donders l'a revu en 1880. « Cette infériorité s'étend d'une façon très nette à tous les rayons très réfrangibles du spectre à partir du vert bleu jusqu'au violet inclusivement. »

Ces constatations prouvent que la capacité à sentir de la rétine est en harmonie avec les pressions multiples et variables inhérentes à la forme de la lumière solaire. Ce qui le démontre de façon tangible, c'est la planche II que nous mettons sous les yeux du lecteur. Elle représente la section horizontale d'un œil humain d'après Helmholtz. A l'hémisphère rétinien qui est présenté coupé de profil, nous avons adapté la projection hémisphérique du rouge, du vert et du bleu de l'expérience de M. Charpentier. Ces trois couleurs prennent la totalité du spectre normal jusqu'au violet exclusivement.

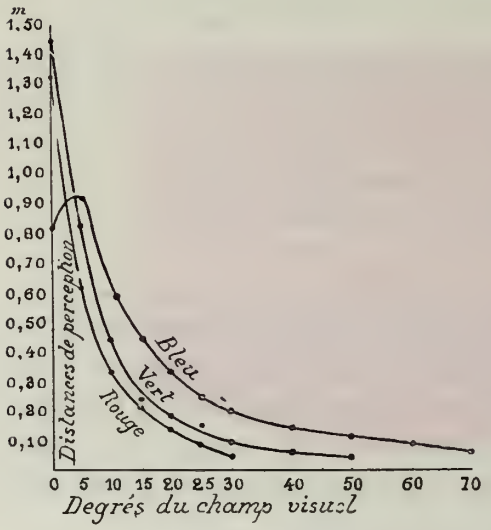


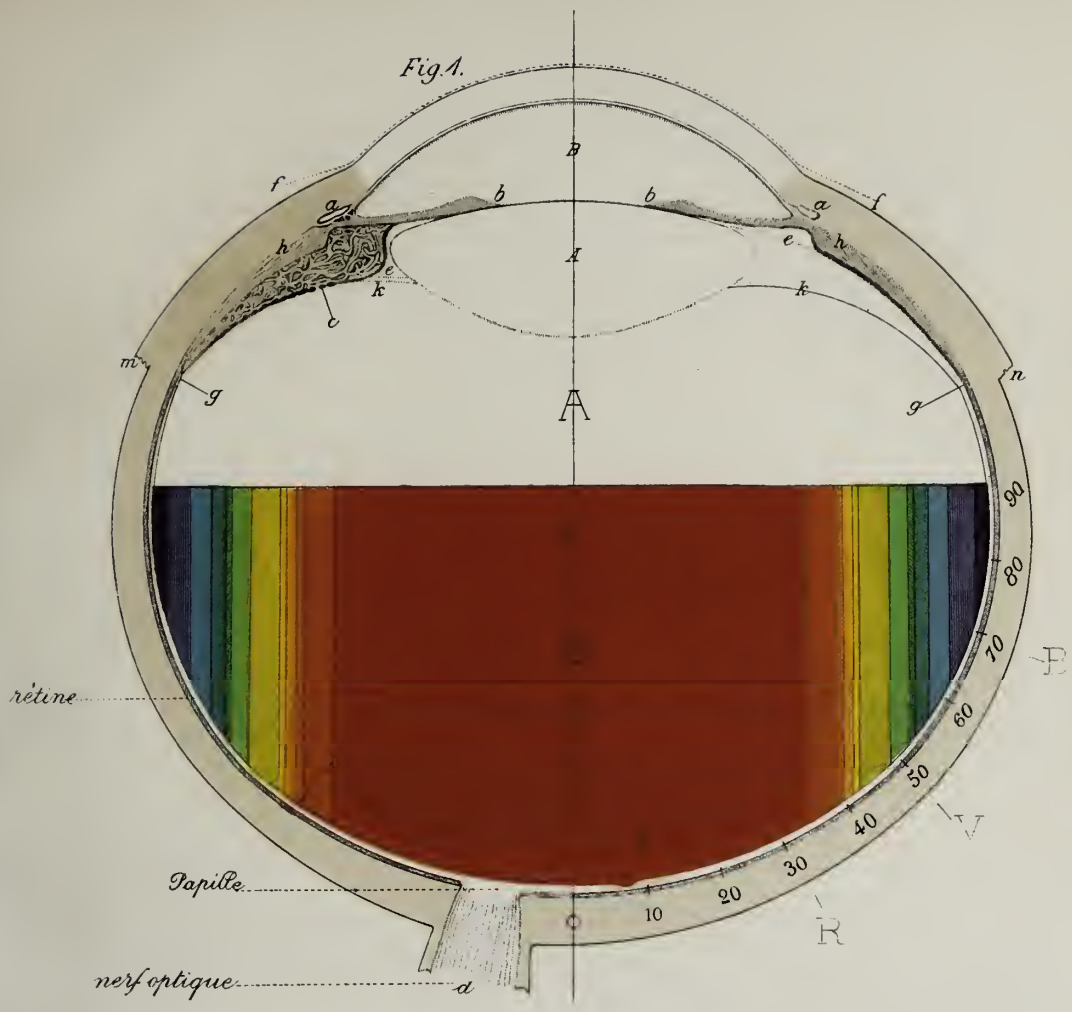
Fig. 13. — Perception des couleurs par les parties centrales et excentriques de la rétine.

(Tirée de l'ouvrage de M. A. Charpentier, *la Lumière et les Couleurs.*)

Les points R V B placés sur la courbe rétinienne indiquent les limites de la sensibilité de la rétine pour le rouge, le vert, le bleu. On observera que ces points tombent précisément aux mêmes endroits que les lignes de la projection dans l'espace des couleurs en question.

En résumé, la membrane rétinienne est, par sa configuration

Planche 11.



A — Coupe de l'œil humain d'après Helmholtz.

B — Projection du Spectre normal sur la paroi hémisphérique rétinienne.[1]

à 30° (Point de fixation) sensibilité décroissante du Rouge.
à 50° ..... du Vert.
à 70° ..... du Bleu.

[1] On observera que la projection du Spectre normal sur la rétine a été faite en conservant exactement les proportions des espaces colorés que montre le spectre visible dit normal

concave et régulièrement hémisphérique, par ses aptitudes à s'exciter qui vont en diminuant d'une façon ininterrompue du centre à la périphérie, un appareil où il est impossible de ne pas reconnaître la trace, l'empreinte, l'effigie de la lumière blanche solaire dont les radiations groupées se propagent dans l'espace sous la forme hémisphérique.

CHAPITRE VII

CONDITIONS PHYSIQUES QUI DOIVENT ÊTRE RÉALISÉES DANS UNE SURFACE PIGMENTAIRE POUR PROCURER LE MAXIMUM D'AISE A LA RÉTINE EMPLIE TOTALEMENT

Au point où nous en sommes de notre étude, les maintes concordances que nous avons fait ressortir entre la lumière qui a créé l'œil et l'organe visuel, ayant établi l'identité du phénomène physique et de l'instrument optique humain, nous pouvons en tirer dès maintenant les conditions physiques polychromatiques et monochromatiques qui procurent au cerveau, par l'intermédiaire de la rétine emplie totalement par la lumière, le maximum de satisfaction.

En principe, nous admettons que le faisceau nerveux périphérique étalé sous forme d'hémisphère et constituant la rétine est une membrane dont les excitations traduites au cerveau peuvent

y provoquer une perception physiologique maximum d'aise (perception esthétique), si toutefois l'action de la lumière s'accorde avec l'organisation, la structure morphologique et les aptitudes de cette partie sensible de l'appareil oculaire.

Il faudrait distinguer, dans les irritations mauvaises qui accueillent nos sens, deux catégories de sensations pénibles : les sensations douloureuses et les sensations désagréables.

Les sensations douloureuses sont produites par des excès, c'est-à-dire par des travaux dépassant les extrêmes fonctionnels de nos nerfs périphériques. Elles correspondent à des pressions d'une violence telle, ou d'une faiblesse si grande, que généralement l'organe sensible, longtemps exposé à ce régime, se détériore et se perd enfin.

Les sensations désagréables n'ont rien qui ressemble à une souffrance dans le sens maladif du mot, parce que les pressions qui les engendrent sont des phénomènes, dans l'espèce, dont les efforts maxima et minima ne dépassent jamais les limites que peuvent supporter nos sens. Le *mauvais* de ces sensations réside dans la forme de la pression, non dans sa force ou sa faiblesse extrême, c'est-à-dire que l'agent physique, quelle que soit sa nature, — immatériel comme l'éther lumineux, la chaleur (la vue, le tact thermique), ou matériel comme toute réunion moléculaire constituant l'excitant sonore, gustatif ou olfactif, — qui rencontre les fibres nerveuses périphériques, frappe l'organe spécialement à son usage sous une forme qui s'adapte mal à la partie sensible de l'appareil récepteur et l'indispose par manque de conformité. La sensation esthétique correspond donc pour l'homme à l'adaptation du phénomène excitatif et de l'organe sensitif, et cette adaptation est une action de forme ; le moule doit recevoir l'empreinte qui convient complètement à son image. Or, nous savons que, pour l'œil humain, c'est l'hémisphère lumière qui s'adapte le plus totalement à l'hémisphère rétine. Cette

figure géométrique, en ce sens qu'elle dépend de la sphère, est ce que la nature a créé de plus parfait.

La paroi de la membrane rétinienne est conséquemment un toucher qui mesure les pressions et distingue les formes sous lesquelles celles-là se présentent lors de la rencontre de la lumière et du faisceau nerveux périphérique[1].

Mais il est question, comme on sait, de chercher à emplir la totalité de la rétine à l'aide d'une composition lumineuse qui satisfasse complètement l'appareil oculaire. Cette composition lumineuse peut être quelconque, d'origine directe ou indirecte, seulement l'intérêt de notre sujet, le but que nous nous proposons d'atteindre veulent que nous fixions la formule esthétique de radiations émanant, non pas directement d'une source incandescente, mais résultant de la transformation de la lumière blanche passant à travers des milieux transparents colorés ou frappant des surfaces pigmentaires. Et comme c'est de l'esthétique de la couleur sous le rapport de la peinture que de préférence nous traitons ici, nous nous arrêterons aux seules surfaces pigmentaires renvoyant par réflexion la composition chromatique la plus parfaite oculairement.

Pour réunir, pour grouper sur une surface pigmentaire un ensemble de colorations qui remplisse avec la plus grande perfection la totalité de l'hémisphère rétinien, il est facile de saisir immédiatement que le plan coloré en question doit contenir des éléments dont les activités chromatiques fournissent une projection dans l'espace en tout semblable à celle de la lumière qui a créé l'œil, soit

1. La pression-lumière la plus esthétique est la pression moyenne; elle correspond dans le spectre solaire à la partie la plus éclatante; c'est le jaune verdâtre au voisinage de la raie D.

La forme-lumière la plus esthétique est la forme-lumière sphérique ou la demi-sphère, ce qui est équivalent pour l'œil.

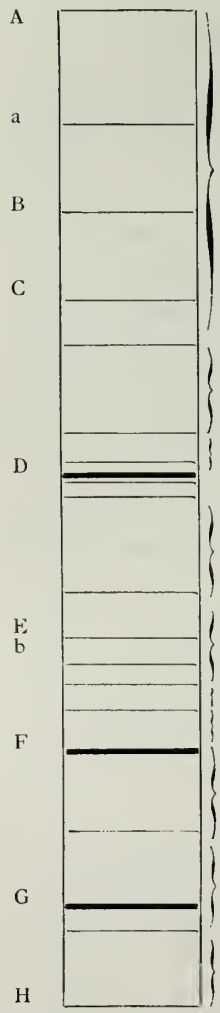
On verra par la suite comment il est possible de réunir en une seule conception lumineuse la pression-lumière la plus esthétique et la forme-lumière la plus esthétique.

de la lumière blanche solaire. Notre tâche consiste donc à déterminer exactement la place qu'occupe chaque radiation spectrale dans le groupe des raies actives totales du spectre normal solaire, étant donné que la lumière blanche directe voyage dans l'espace sous la forme hémisphérique que lui impose la force centripète. Puis, en possession de toutes ces fixations de places radiales, nous aurons à transporter ce travail chromatique, par le moyen de matières colorantes ou de pigments, sur une surface plane de grandeur accommodée avec la distance, afin que le champ rétinien soit entièrement excité.

Dans cette intention, au lieu de déterminer par le calcul la place qu'occupe chaque radiation spectrale dans le groupe des raies actives totales du spectre normal solaire, nous avons cru, afin de rendre pratique la formation chromatique d'une surface pigmentaire, devoir simplifier le travail de groupement des radiations en divisant le spectre normal en mille parties contenant douze couleurs principales.

Le tableau qui suit indique les espaces occupés dans le spectre normal par ces douze couleurs (groupement radial) que nous avons choisies

TABLEAU INDIQUANT LES RAIES FIXES ET ESPACES COLORÉS DU SPECTRE NORMAL



Rouge	330
Rouge orangé	104
Orangé	25
Jaune orangé	26
Jaune	13
Jaune verdâtre	97
Vert	87
Vert bleu	16
Bleu cyané	51
Bleu	74
Bleu violet	117
Violet	60
	1 000

Les douze surfaces du spectre normal correspondant aux espaces occupés par chacune des couleurs désignées, nous les avons rapportées à la superficie d'un plan circulaire (car la forme hémisphérique de la rétine appelle un champ pigmentaire enfermé dans un cercle). Au centre de ce plan nous avons placé la couleur la moins réfrangible qui est le rouge pur, extrême, puis successivement nous avons groupé, concentriquement autour de cette surface colorée les autres couleurs, en ayant soin de les échelonner par ordre de réfrangibilité. C'est ainsi que nous avons placé à la suite le rouge orangé, l'orangé, le jaune orangé, le jaune, le jaune verdâtre, le vert franc, le vert bleu, le bleu cyané, le bleu, le bleu violet et enfin le violet pur. Chacune de ces couleurs forme un anneau dont la surface est proportionnelle à l'espace correspondant occupé par cette même couleur dans le tableau ci-dessus divisant le spectre normal en mille parties et donnant à chaque douzième coloré sa part réelle d'espacement spectral.

Ainsi composé, notre plan circulaire pigmentaire émettra dans l'espace des activités chromatiques qui arriveront sur la rétine humaine avec la forme hémisphérique. Une telle surface peinte, par sa complèle adaptation rétinienne, réalisera le type de la perfection polychromatique. Nous appellerons cette conception pigmentaire, œuvre peinte en vue de procurer à l'organe visuel une sensation agréable au maximum : cercle polychromatique esthétique.

§ I. — *Conditions polychromatiques esthétiques.*

Nous pouvons dès maintenant résumer ce qui précède en exposant la formule de la première loi de l'esthétique de la couleur, celle de la polychromie, que nous tirons des observations antérieures.

POLYCHROMIE

Pour qu'une surface polychromatique pigmentaire soit parfaite esthétiquement, il est nécessaire qu'elle réalise les conditions que nous formulons comme suit :

Loi. — *Une surface polychromatique pigmentaire, pour être esthétique, doit être composée théoriquement d'une variété colorative équivalente à celle que présente la totalité des raies visibles dans le spectre solaire normal, de façon que la projection des activités des radiations multiples trace dans l'espace une figure régulièrement hémisphérique* [1].

Corollaire. — *La loi de la polychromie énoncée ci-dessus implique nécessairement la plus grande pureté et le maximum de diversité des tons constitutifs pigmentaires.*

Note. — Le cercle chromatique dont nous avons donné la formule réalise aussi complètement que possible, sous le rapport pictural, les conditions qu'exige l'énoncé de la loi de la polychromie.

§ II. — *Conditions monochromatiques esthétiques.*

La loi de la polychromie que nous venons de formuler donne le moyen d'emplir la rétine de radiations variées et multiples dont les pressions s'adaptent absolument avec la forme et les aptitudes à sentir de cette membrane périphérique nerveuse. Mais une telle combinaison polychromatique, faite de toutes les radiations spec-

1. Le cercle polychromatique tel que nous le proposons est parfait esthétiquement et par ses dispositions qui lui permettent d'emplir entièrement le champ excitable rétinien et de s'y adapter exactement et par la propriété qu'il a encore, s'il ne touche qu'une petite partie de la rétine par suite du distancement de l'œil à l'objectif, de procurer à la membrane sensible une pression ayant une forme plaisant au plus haut degré au toucher nerveux périphérique en général.

trales assemblées et répandues selon la formule à la surface d'un plan circulaire, — par l'intermédiaire de matières pigmentaires imitant les couleurs spectrales, — n'est pas la seule conception chromatique qui fournit à la vision la projection hémisphérique constituant le fond, la cause de la sensation agréable visuelle, chacune des radiations solaires peut également engendrer une disposition esthétique analogue. Il suffit pour cela que chaque raie active soit diminuée ou augmentée d'activité d'après la place qu'elle occupe dans l'échelle des réfrangibilités spectrales et cela pour tendre à la forme-lumière aussi hémisphérique que possible.

L'agent négatif auquel nous aurons recours pour diminuer l'activité des radiations sera le noir qui est un pigment inactif, c'est-à-dire incapable de pression lumineuse rétinienne.

L'agent positif qui nous servira pour augmenter l'activité des radiations sera le blanc, lequel, mélangé aux autres couleurs simples, a la propriété de stimuler généralement les pressions lumineuses rétiniennes produites par des raies brillantes ayant des longueurs d'onde inférieures à 5 775 environ.

Chacune des radiations visibles du spectre normal solaire additionnée de clair et d'obscur, conformément aux prescriptions esquissées précédemment et que des développements ultérieurs feront mieux comprendre, donnera, transportée sur une surface plane imitant cette coloration radiale et constituée pigmentairement pour projeter dans l'espace une forme-lumière aussi hémisphérique que possible, donnera, disons-nous, une surface plane circulaire que nous appellerons cercle monochromatique. L'ensemble de ces surfaces circulaires monochromatiques à projections hémisphériques peut être considéré comme un tout esthétique dont chacune des radiations rendue convexe par du noir et du blanc est une des parties dépendantes, non plus cette fois de la loi de la polychromie, mais d'une autre formule de la coloration : de la loi de la monochromie.

En suivant, nous donnons l'énoncé de la deuxième loi de l'esthétique de la couleur (loi de la monochromie) avec la marche à suivre et les indications permettant de construire toutes les variétés des cercles monochromatiques esthétiques.

MONOCHROMIE

Loi. — *Pour qu'une surface monochromatique pigmentaire soit parfaite esthétiquement, il est nécessaire qu'elle soit composée théoriquement d'une seule radiation spectrale possédant des dégradations, tantôt claires et tantôt obscures, ou bien claires et obscures à la fois, qui donnent dans l'espace une projection s'approchant le plus possible de l'hémisphère total.*

Développement. — Pour que les conditions énoncées par la loi de la monochromie soient remplies, il faut que la surface pigmentaire soit circulaire et attire l'œil du centre à la circonférence. Ce résultat s'obtient de manières différentes selon l'activité des radiations.

Pour l'obscurcissement progressif d'une couleur quelconque, la méthode à employer est telle que l'indique la planche III. Soit le spectre normal de A à H divisé en douze parties comprenant les espaces occupés par les principales couleurs. MN est le diamètre de la plus grande portion de cercle qui a son centre en O et dont le rayon est fait de toute la hauteur du spectre. Cette portion qui porte le numéro 1 est la seule qui, dans sa plus grande hauteur, soit égale à un demi-cercle. Les autres cycles, qui ont constamment pour hauteur leur propre élévation dans le spectre, aboutissent tous en MN et sont par conséquent de mesure inférieure à un demi-cercle. Les douze cercles et portions de cercles ont donc un diamètre identique et comme la planche III représente la

Planche III.

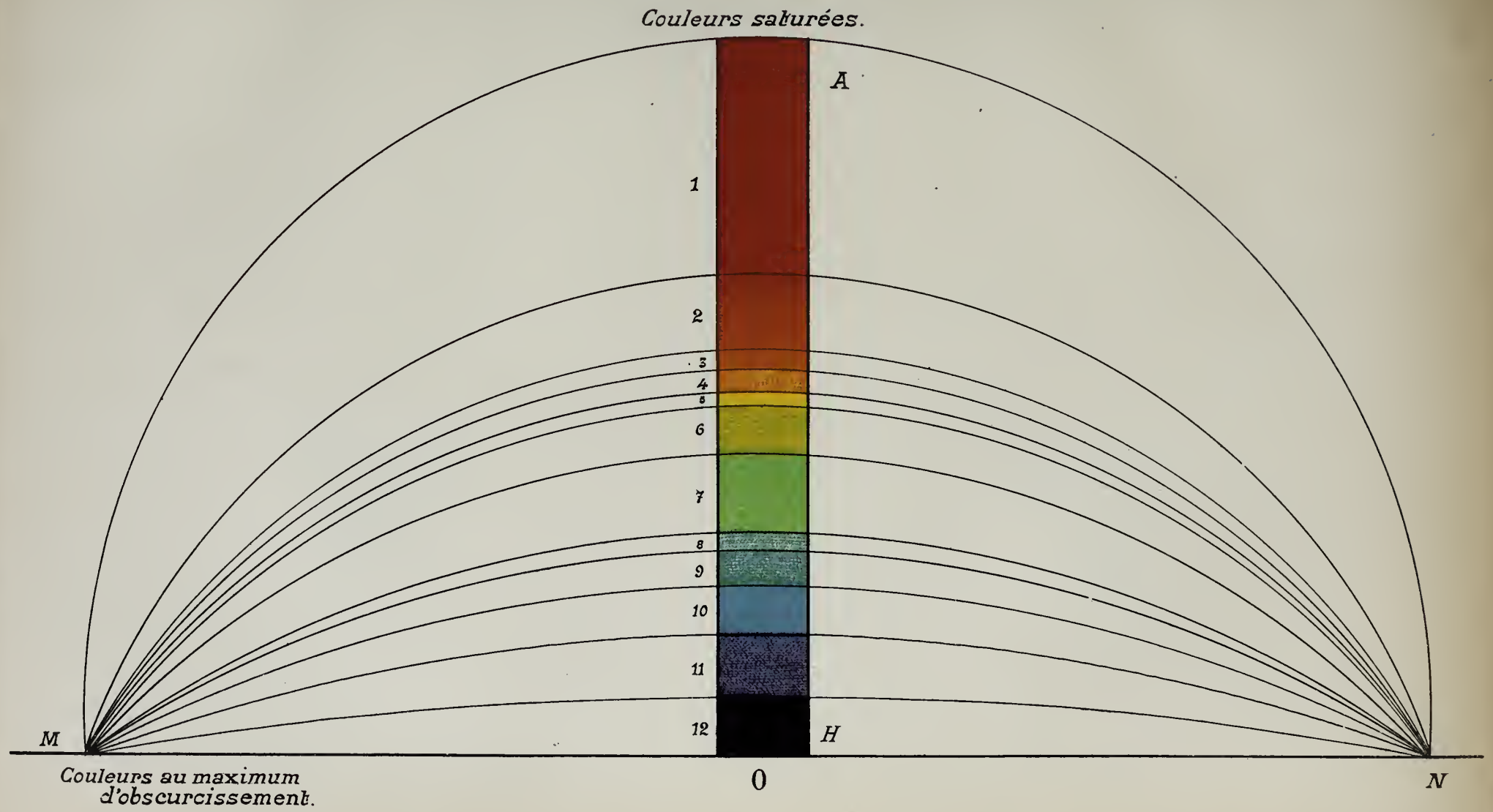
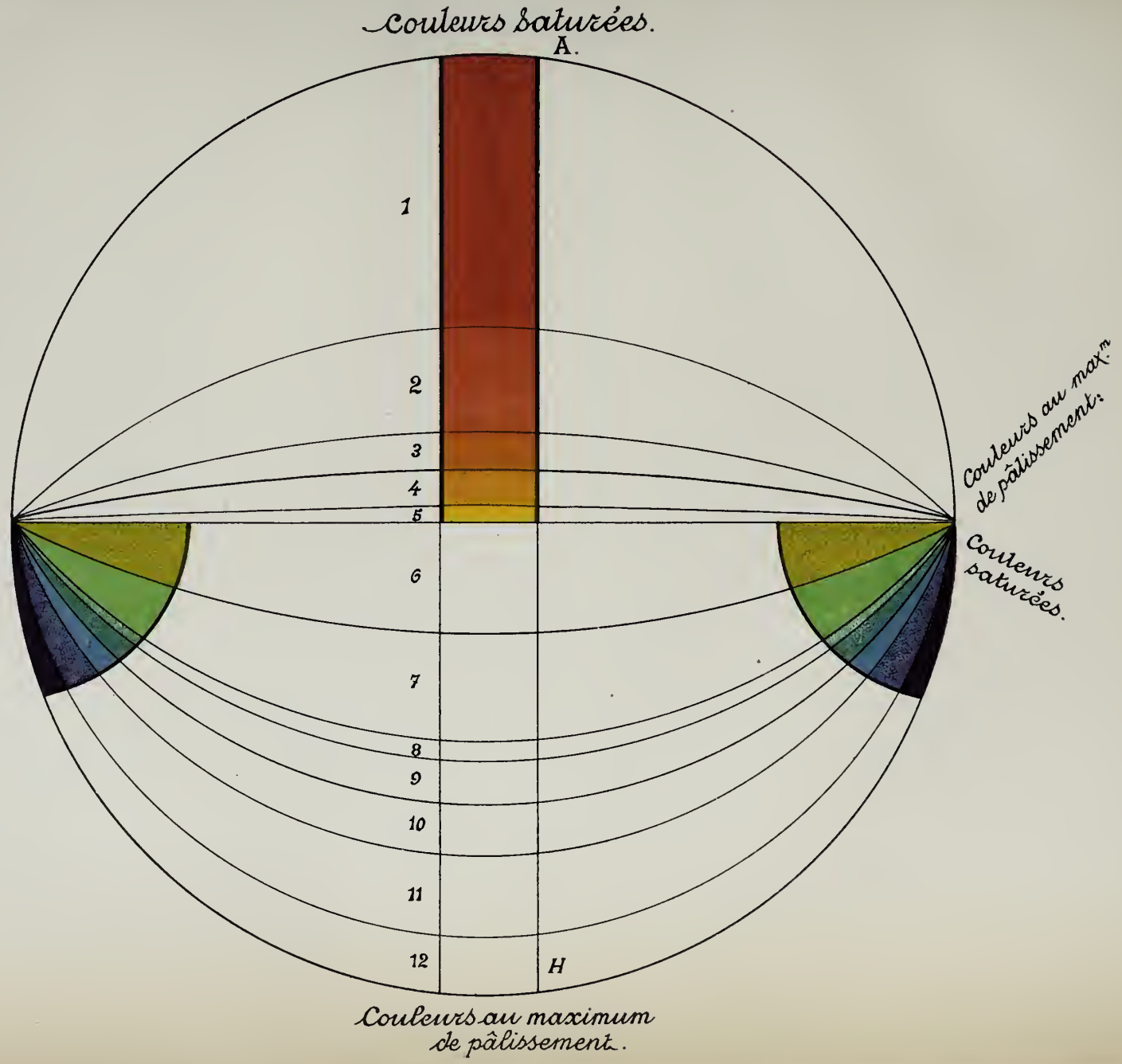

Couleurs saturées.
A
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
H
M
Couleurs au maximum d'obscurcissement.
0
N

Planche IV.


Couleurs saturées.
A.
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
H
Couleurs au max.m de pâlissement.
Couleurs saturées.
Couleurs au maximum de pâlissement.

coupe des activités radiales monochromatiques des douze couleurs principales du spectre projetées dans l'espace sous la forme-lumière sphéroïdale, il est nécessaire pour obtenir ce résultat à l'aide de pigments que le diamètre constant MN serve de mesure à douze surfaces planes circulaires ayant au centre la couleur saturée progressivement atténuée de noir jusqu'à la circonférence.

L'éclairement progressif d'une couleur saturée ne s'obtient pas de même que pour l'obscurcissement, parce que le surcroît d'activité que peut donner une certaine quantité d'une composition radiale blanche ajouté à une des douze couleurs principales du spectre n'est pas proportionnel au pouvoir neutralisateur du noir absolu. En effet, l'activité moyenne du blanc est au-dessous des propres activités de la moitié des raies spectrales dans la partie la moins réfrangible. Cette constatation nous oblige à diviser nos douze cercles en deux catégories inégales sous le rapport du nombre de couleurs contenues de part et d'autre, mais néanmoins semblables comme surface spectrale intéressant chacune de ces dites catégories. Cinq couleurs, le rouge, le rouge orangé, l'orangé, le jaune orangé et le jaune, seront disposées sur les surfaces planes circulaires comme nous l'avons indiqué pour l'obscurcissement des couleurs saturées; la couleur au centre allant en pâlissant jusqu'à la circonférence. Les sept autres couleurs, le jaune verdâtre, le vert, le vert bleu, le bleu cyané, le bleu, le bleu violet et le violet, seront étalés en sens contraire sur autant de cercles ; au centre le ton le plus blanc haussé progressivement jusqu'à la circonférence, laquelle aura alors le ton le plus saturé de la couleur. La planche IV est faite d'après ces données. C'est la coupe des activités radiales monochromatiques des douze principales couleurs projetées dans l'espace sous la forme spéciale sphéroïdale.

Il existe encore un procédé pour obtenir par la monochromie des projections dans l'espace de formes-lumière sphéroïdales ; c'est

en combinant le pâlissement du ton avec son obscurcissement. Seulement cet emploi simultané du clair et de l'obscur ne peut être appliqué à toutes les radiations spectrales; seules les raies les plus réfrangibles à partir du jaune verdâtre ou vert jaunâtre peuvent servir à établir des surfaces circulaires pigmentaires monochromatiques telles que nous venons de l'indiquer. La planche V montre les sept couleurs prises dans la région la plus réfrangible et par conséquent la moins active du spectre depuis le violet jusqu'au jaune verdâtre. Ces couleurs sont progressivement mélangées de blanc jusqu'au centre et à partir du point de saturation chromatique (lequel correspond avec le placement spectral de chacune des couleurs) la gradation obscure se fait sentir jusqu'à la circonférence qui possède alors le ton le plus noir. En fait, ces cercles ont tous des surfaces semblables. Ils ont pour rayon la bande spectrale A H.

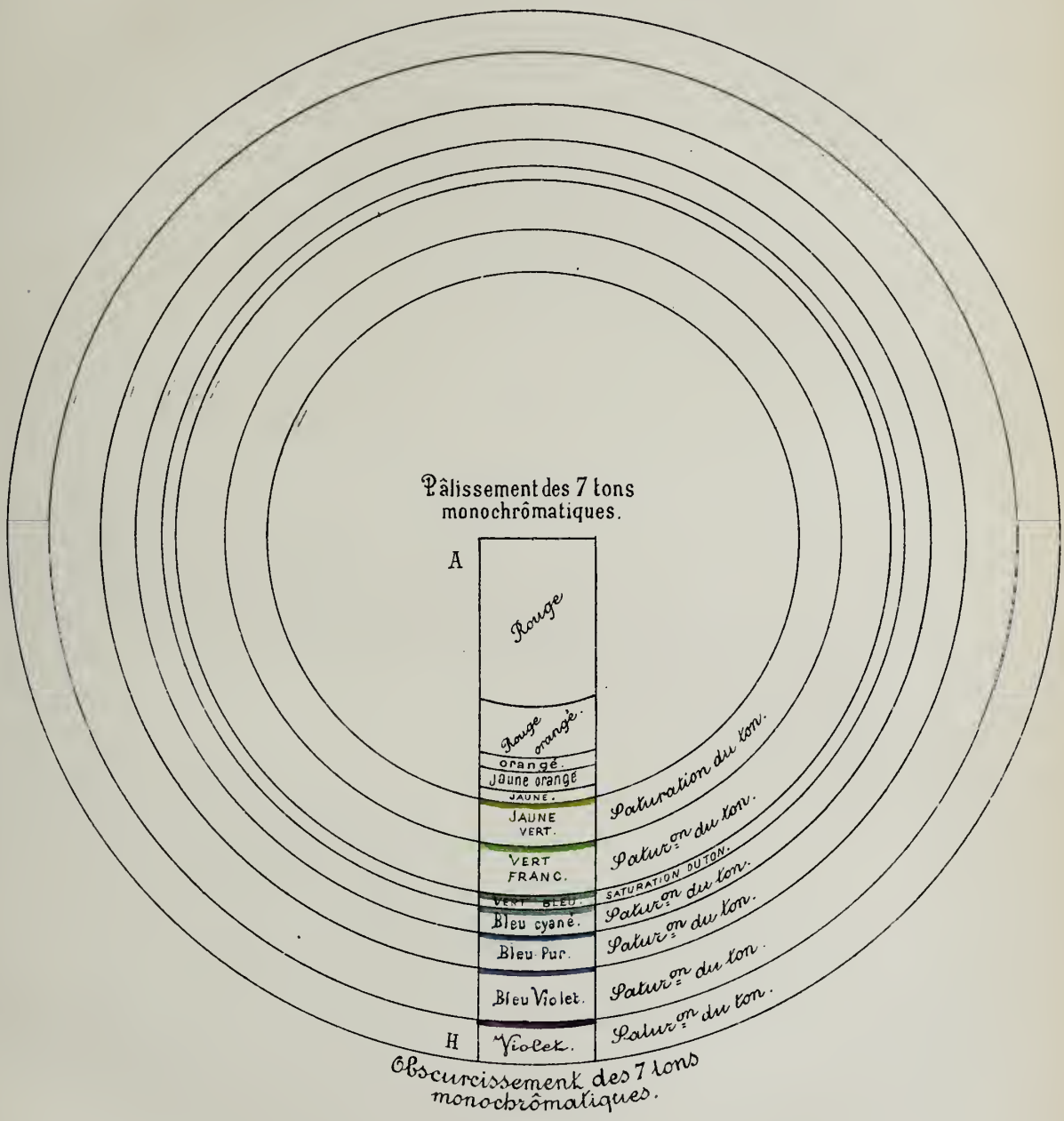
Nous ferons observer que, soit dans les cercles devant être progressivement obscurcis, soit dans ceux que nous avons désignés pour être graduellement pâlis, soit enfin dans le dernier cas d'obscurcissement et de pâlissement simultané, le ton le plus actif ou le plus clair d'une surface plane monochromatique et le ton le plus obscur doivent toujours avoir une valeur colorative perceptible et originaire de la radiation.

Corollaire. — *La loi de la monochromie énoncée ci-dessus implique nécessairement la plus grande pureté et le maximum de diversité des tons monochromatiques pigmentaires.*

§ III. — *Éclairement des surfaces polychromatiques et monochromatiques pigmentaires.*

Les surfaces pigmentaires ou surfaces peintes qui se trouvent dans une galerie ne sont pas éclairées par la lumière directe du so-

Planche V


Pâlissement des 7 tons monochrômatiques.
A
Rouge
Rouge orangé.
orangé.
Jaune orangé
JAUNE.
JAUNE VERT.
VERT FRANC.
VERT BLEU.
Bleu cyané.
Bleu Pur.
Bleu Violet.
H
Violet.
Saturation du ton.
Saturon du ton.
SATURATION DU TON.
Saturon du ton.
Saturon du ton.
Saturon du ton.
Saturon du ton.
Obscurcissement des 7 tons monochrômatiques.

leil, mais seulement par la lumière réfléchie du ciel. On évalue à un vingtième et même à un quarantième la puissance d'éclairement d'une surface blanche placée dans un appartement au nord, comparée à l'éclairement qu'elle aurait si elle était directement frappée par le soleil. Or, d'après les observations de Lambert, les corps même les plus blancs ne peuvent renvoyer à peu près que les deux tiers de la lumière reçue.

On sait que la loi de Fechner est valable seulement pour les degrés moyens de clarté, si celle-ci est trop intense ou trop faible la loi en question subit des perturbations relatives. Les dérogations à la loi de Fechner dénotent que les différentes couleurs pigments ne conservent pas leur même intensité d'éclairement ou de perception visuelle lorsqu'on les présente à des lumières blanches faibles ou fortes.

Selon Dove, sous une lumière blanche faible, la couleur bleue croît en visibilité sur le rouge, et celle-ci devient à son tour la plus perceptible lorsqu'on lui fournit une lumière du jour plus violente. Les autres couleurs subissent également des altérations par suite de différences d'éclairement.

Il est donc indispensable de régler le degré de clarté que les surfaces pigmentaires doivent supporter pour produire leurs véritables effets coloratifs.

Étant donné : 1° que les tons pigments se dénaturent à la lumière artificielle; 2° que l'influence de la clarté mal réglée ou insuffisante sur les surfaces peintes doit être éliminée, nous allons déterminer les conditions physiques d'une lumière diurne pouvant être prise pour étalon.

Nous nous arrêterons pour le choix de cet étalon de lumière diurne à un jour d'appartement ou d'atelier dont le vitrage tourné vers le nord serait disposé pour recevoir la lumière directement du ciel. Quant à la qualité intensive de la lumière nous la fixerons

naturellement en accordant nos préférences à un temps sans nuage du jour le plus long de l'année, à midi. Ces conditions réduites intentionnellement doivent s'étendre dans la pratique aux mois d'avril, mai, juin, juillet, août, septembre, octobre, dans tous les pays situés dans la zone tempérée, de dix heures du matin à quatre heures du soir et même davantage dans les jours les plus longs ; ce sont du reste les heures du jour où les musées européens sont en général ouverts au public.

CHAPITRE VIII

CONSTATATIONS PHYSIOLOGIQUES PRÉALABLES DEVANT CONCOURIR A DÉTERMINER LES CONDITIONS PHYSIQUES QUI DOIVENT ÊTRE RÉALISÉES DANS UNE SURFACE PIGMENTAIRE POUR PROCURER LE MAXIMUM D'AISE A UNE PARTIE QUELCONQUE DE LA RÉTINE DEPUIS LE CENTRE JUSQU'A LA PÉRIPHÉRIE HÉMISPHÉRIQUE

Jusqu'à présent, nos investigations esthétiques se sont bornées à la recherche des dispositions chromatiques pigmentaires possédant la faculté de satisfaire parfaitement l'organe visuel en emplissant de radiations variées la totalité de la surface nerveuse sensible de l'œil. Ce but peut être atteint, nous l'avons démontré, à la condition de diriger sur la membrane rétinienne les activités lumineuses d'images polychromatiques et monochromatiques s'adaptant complètement à sa configuration et à ses aptitudes à s'exciter.

Mais l'appareil visuel peut, à volonté, recevoir une quantité de lumière qui frappe ou la totalité de la rétine ou une de ses parties quelconques, depuis le centre jusqu'à la périphérie hémisphérique.

Étant donné que la lumière est un excitant de la paroi sensible de l'œil, qui agit sur cette membrane nerveuse par son action motrice, un faisceau lumineux frappant une partie de la rétine se présentera, au moment du contact, sous l'espèce d'une masse animée d'un mouvement de propagation de vitesse quelconque. Or, comme l'idée de masse implique l'idée de forme, la fonction de la membrane rétinienne devient identique à celle du toucher. Le faisceau lumineux, de grandeur inférieure à la surface totale sensible de l'œil, passant à travers les milieux dioptriques oculaires et terminant son parcours par le choc de la rétine, sera perçu sous le rapport de la vitesse d'émission et de la forme de la masse éthérée.

§ I. — *Les deux variantes de la perception visuelle.*

On peut se figurer de quelle façon la rétine opère pour distinguer les multiples variations de pressions et de formes de la lumière en se livrant à l'exercice tactile suivant :

Vous recevez dans vos deux mains rapprochées et ouvertes, différents objets lancés. Ces objets sont, par exemple, en bois. Ils ont des dimensions moindres que le volume convexe des deux mains réunies, et leur forme est diversifiée, soit régulièrement géométrique ou non. Si, placé en telle position qui vient d'être dite et les yeux fermés, on vous envoie maintenant, avec adresse, un certain nombre de ces masses ayant des vitesses circonscrites dans un maximum et un minimum en relation avec votre propre sensibilité tactile, généralement vous pourrez indiquer après chaque expérience : 1° la force avec laquelle l'objet a été lancé, c'est-à-dire que

vous classerez les pressions en fortes, moyennes et faibles, selon l'accélération donnée à l'objet que les mains reçoivent; 2° la forme de l'objet par le fait de la tactilité; 3° la valeur esthétique des sensations reçues, — cette valeur esthétique suivra la forme de l'objet et toute figure qui s'approchera le plus de la sphère procurera au toucher la sensation la plus agréable.

A l'exemple de la main, qui touche les objets et mesure leur force vive, le tissu rétinien est disposé pour toucher la forme de la lumière, c'est-à-dire la forme de l'éther qui se meut dans l'espace; l'objectif lumineux et sa force vive.

La lumière considérée comme une masse qui se meut est donc nécessairement encline à faire supporter à la membrane excitable visuelle deux variantes dans la perception, variantes à effets simultanés et dans tous les cas absolument inséparables d'un même faisceau lumineux, la masse éthérée-lumière ne pouvant exister sans une forme qui la limite dans l'espace et cette forme de l'éther-lumière ne pouvant se concevoir, comme lumière, que dynamiquement.

Ces deux variantes dans la perception visuelle, dans la tactilité visuelle, qui sont la mesure de la pression-lumière et la distinction des formes de cette pression, sont constatées par des expériences faites sur les aptitudes de la rétine, lesquelles expériences jusqu'à présent n'ont pas trouvé leur véritable application. Nous allons tenter de séparer ces observations physiologiques et de juger ensuite de leurs propriétés distinctives; nous examinerons celles qui indiquent la présence de la pression et celles qui accusent la sensation de forme.

§ II. — *Mesure de la pression lumineuse par la rétine.*

La première observation physiologique que l'on peut faire, intéressant les aptitudes de la rétine, ressort de l'étude des intensités lumineuses spectrales. En effet, le rapport des éclats des différentes parties du spectre solaire place le maximum de l'impression lumineuse[1] dans le jaune un peu plus réfrangible que la raie D, puis, à partir de ce point, la lumière s'affaiblit rapidement vers les deux extrémités du spectre.

Examinons quels sont les différentes méthodes ordinairement employées pour reconnaître que la partie la plus éclatante du spectre est dans le jaune verdâtre au voisinage de la raie D.

« Si l'on veut traduire en mesures les impressions d'éclat plus ou moins vif laissées par les diverses couleurs spectrales, il faut avoir recours à des expériences de comparaison réalisées dans des conditions bien déterminées.

« On peut, par exemple, avoir recours à l'emploi du photomètre à baguette[2]. Dès que les deux ombres colorées voisines présentent des teintes différentes, il devient impossible de bien préciser les conditions dans lesquelles elles paraissent avoir le même éclat : les impressions formulées à cet égard par divers observateurs ne coïncident pas. Mais si, comme le conseille M. Macé de Lépinay, on prend une baguette très déliée et qu'on se place à une distance suffisante du photomètre, l'impression de couleur[3] disparaît, et l'on peut

1. Lisez sensation lumineuse, car nous employons dans ce paragraphe le mot impression pour lier ce vocable à la citation qui suit.

2. Voir dans le cours de physique de M. A. Ganot la description des photomètres de Rumford et de Bouguer (année 1887, fig. 282 et 283).

3. Le lecteur peut remarquer combien le mot impression est déplacé quand il s'agit, comme dans la circonstance, de l'effet, de l'action d'un phénomène extérieur ressenti par la périphérie d'un de nos nerfs les plus sensibles. A notre avis, et pour des raisons que nous avons indiquées au commencement de ce livre, il aurait fallu dire la sensation de couleur et non l'impression. Aussi, tout en transcrivant fidèle-

régler l'intensité des deux sources colorées, de manière à produire une égalité d'éclat des deux ombres, dont tous les observateurs jugeront également[1]. »

Quoique l'expérience précédente de M. Macé de Lépinay soit plus rigoureuse que la première, on se trouve encore gêné par une propriété particulière de l'œil connue sous le nom de phénomène de Purkinje. En effet, ce savant a démontré que l'égalité d'éclat une fois établie ne se maintient pas, en général, si l'on altère dans un même rapport l'intensité des deux sources.

Le tableau suivant est emprunté au cours de physique de l'École polytechnique par M. Jamin (1887). On y trouvera indiquées « les proportions dans lesquelles il faut employer les couleurs spectrales des diverses longueurs d'onde pour leur communiquer le même éclat qu'à la lumière voisine de la raie D; ces proportions sont représentées par des coefficients qui, à peu près invariables dans la région la moins réfrangible du spectre, croissent avec l'intensité Q, dans la région la plus réfrangible.

LONGUEURS D'ONDE	Q = 0,25	Q = 0.50	Q = 1,00	Q = 1,25	Q = 2,50
6 700.	44,33	4,433	4,433	44,33	44,33
6 250.	3,405	3,405	3,405	3,405	3,405
5 890.	1,315	1,315	1,315	1,315	1i315
5 610.	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015
6 370.	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
5 170.	1,933	1,933	1,933	1,933	1,933
5 000.	5,174	5,259	5,345	5,369	5,461
4 850.	11,40	11,82	12,26	12,40	12,87
4 710.	18,80	19,87	21,00	21,41	22,9
4 590.	35,94	38,56	41,3	42,40	45,38
4 490.	49,63	54,07	58,91	60,73	65,97
4 390.	71,02	78,41	86,57	89,59	98,67
4 300.	116,1	130,0	145,5	151,3	168,9

ment le texte que nous rapportons, nous déplorons cette mauvaise appropriation des termes, cette confusion regrettable dans le choix des mots.

1. *Intensités lumineuses conventionnelles.* — Cours de physique de Jamin.

« On peut convenir que les inverses de ces coefficients (*coefficients d'égale clarté*) représenteront les intensités lumineuses relatives dans le spectre, entre les limites où ils sont indépendants de l'intensité absolue, c'est-à-dire entre les longueurs d'onde 6 700 et 5 170; ils permettront de construire une courbe caractéristique analogue à celle des intensités calorifiques ; mais cette courbe perd toute signification objective pour les longueurs d'onde inférieures. »

Ces rapports qui varient avec l'intensité Q donneraient à entendre qu'il est impossible de représenter par une courbe unique, — surtout dans la région la plus réfrangible, — la distribution des intensités lumineuses dans le spectre ainsi que Fraunhofer en avait donné le tracé. Cependant on peut, en admettant un degré d'éclairement moyen, établir un schéma d'après les rapports obtenus.

En regard du tableau ci-dessus, relatant les proportions dans lesquelles il faut employer les couleurs spectrales des diverses longueurs d'onde pour leur communiquer le même éclat qu'à la couleur voisine de la raie D, nous donnons en suivant les inverses de ces coefficients (*coefficients d'égale clarté*), c'est-à-dire la mesure des intensités lumineuses relatives dans le spectre.

En évaluant à 100 la clarté maximum, la clarté des autres points est ainsi qu'il suit :

Clarté à l'extrémité rouge	0,00
— à B	3,20
— à C	4,40
— à D	65,00
Maximum de clarté	100,00
Clarté à E	48,00
— à F	47,00
— à G	3,10
— à H	0,57
— à l'extrémité violette	0,00

Nous ferons remarquer tout d'abord que la sensation visuelle

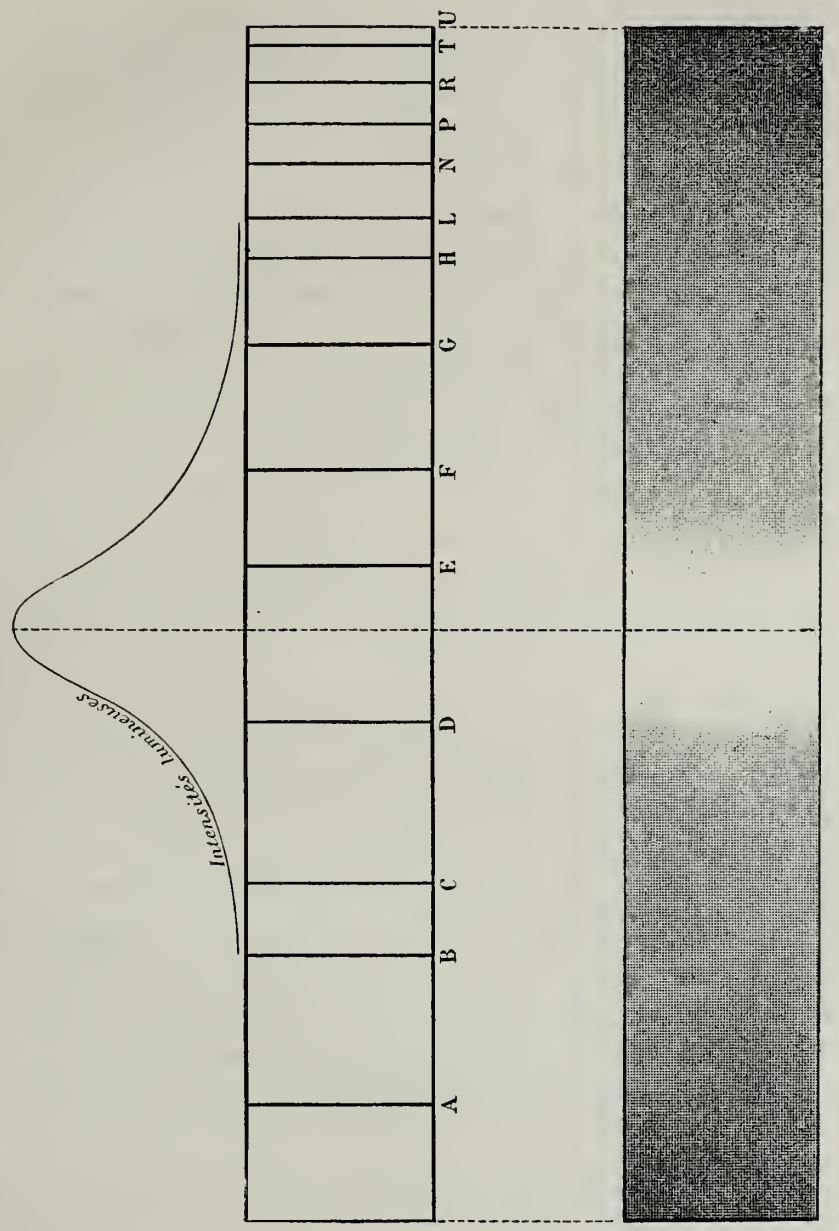


Fig. 14. — Spectre solaire normal.

Fig. 15. — Spectre solaire normal traduit en noir et blanc.

lumineuse qui résulte des expériences en question faites successivement sur toutes les radiations spectrales est essentiellement en dehors de la sensation chromatique ; la lumière seule agit et procure à l'œil une sensation de clarté. Pour donner une idée exacte de la sensation de clarté, que procure à nos yeux le spectre solaire étalé sur un écran, ce n'est pas par une courbe qu'il convient de représenter les différentes mesures des intensités lumineuses spectrales (fig. 14), mais par une transcription de l'effet visuel réel, par un dessin noir et blanc. La figure 15 que nous avons éclairée et ombrée d'après la luminosité des différentes parties spectrales est exécutée sans tenir compte des colorations. C'est le travail que donnerait le crayon ou le fusain devant l'image des raies colorées nombreuses que montre la dispersion de la lumière blanche. Toutes les couleurs visibles dans la nature sont donc susceptibles de fournir des effets clairs et obscurs en relation avec les intensités lumineuses de notre copie spectrale ou travail de transcription de la lumière, visible dans la totalité du spectre solaire et rapportée, traduite, fixée avec du noir et du blanc[1].

Enfin, si nous recherchons quel sens il faut attacher à ces mesures des intensités lumineuses et quelle signification il faut leur attribuer au point de vue physiologique, nous constatons que la rétine humaine est plus impressionnée par des radiations présentant des énergies moyennes que par les rayons très réfrangibles ou peu réfrangibles du spectre. Or, comme nous avons démontré que les radiations lumineuses ne peuvent exciter la membrane sensible nerveuse oculaire que par leur énergie motrice, énergie de masses éthérées capables de pression sur la paroi concave rétinienne, la cause de la sensation est donc probablement ce travail même. A la

1. En effet, quand un artiste veut reproduire les objets ou les choses qu'il voit à l'aide de valeurs noires et blanches variées il suit exactement la graduation lumineuse visible dans notre figure spectrale.

pression de la lumière, la rétine répondrait par une modification proportionnelle à l'énergie de la radiation reçue ; il y aurait rupture d'équilibre, puis accommodation, et la *flexibilité de l'organisme*[1] s'exercerait pour l'œil comme pour les autres sens « entre deux limites extrêmes qui ne peuvent être dépassées sans que les forces organiques soient détruites ». En somme, les chiffres que fournit la mesure des intensités lumineuses relatives dans le spectre indiquent le degré de bien-être, de plaisir et de peine fonctionnel du nerf optique. Et la pression de l'énergie lumineuse, correspondant à la flexibilité la plus favorable à l'organe visuel, est produite par le jaune verdâtre au voisinage de la raie D, parce que cette lumière est précisément la moyenne des activités radiales et que sa place est également distante des deux limites extrêmes de visibilité spectrale.

Parmi les aptitudes rétiniennes indiquant la présence de la pression, nous signalerons encore ce fait développé au chapitre VI de la troisième partie de ce livre, à savoir que les couleurs sont d'autant mieux perçues qu'elles tombent sur une région de l'hémisphère rétinien moins excentrique, c'est-à-dire que la sensibilité décroît régulièrement et d'une façon continue jusqu'à la périphérie. Cette particularité de la rétine est certainement l'indice que la flexibilité organique du faisceau nerveux oculaire n'est pas la même sur toute son étendue et comme la pression, dans le sens général de ce phénomène, ne peut faire fléchir un corps quelconque que s'il est matériellement capable de se déformer sous le poids de l'effort dynamique, la membrane en question étalée sous forme d'hémisphère doit être constituée d'une substance expansible faite de cellules élastiques que la lumière oblige à des contractions essentiellement variables. D'ailleurs nous savons que la lumière exerce une in-

1. J. Delbœuf, *Éléments de psychologie*, p. 194.

fluence mécaniqne sur la rétine; les grains de pigments que contiennent les prolongements filiformes s'avancent plus ou moins du côté de la membrane limitante externe, et un léger raccourcissement des bâtonnets et des cônes s'opère simultanément lorsque l'œil a été exposé à un éclairage d'une intensité suffisante.

En résumé, la rétine s'accommode surtout des pressions lumineuses qui tiennent le milieu du spectre solaire et tout travail imposé à la membrane nerveuse visuelle est d'autant plus pénible qu'il s'écarte de cette moyenne. En sus, la paroi de l'hémisphère rétinien est capable de sentir sur toute son étendue la chromatique totale spectrale, mais comme les dispositions à la flexibilité de cet organe dépendant de l'œil varient d'une façon ininterrompue du centre à la circonférence, ainsi également varient sa sensibilité ou ses aptitudes à percevoir les couleurs. Les observations qui précèdent visent le premier processus visuel qui a pour sujet la mesure des pressions lumineuses; passons aux faits qui intéressent le second processus, la distinction des formes de la pression lumineuse par la rétine.

§ III. — *Distinction des formes de la pression lumineuse par la rétine.*

Pour que nous ayons des données exactes sur les aptitudes de la rétine à distinguer les formes de la pression lumineuse, il est indispensable que nous agissions en prenant une masse lumineuse de composition parfaitement connue, partant de forme exactement définie et constante.

Cette question de la forme de la lumière qui se propage dans l'espace n'a jamais donné lieu à aucune étude. Personne jusqu'à ce jour, physiciens ou physiologistes, ne s'est arrêté à un tel sujet même pour jeter hâtivement une idée originale en pâture à la curiosité.

Rien, rien, rien, voilà ce que les bibliothèques d'Europe, où sont entassés les plus grandes quantités d'ouvrages philosophiques et scientifiques du monde ancien et moderne, contiennent sur LA FORME DE LA LUMIÈRE. Et cependant la démonstration que nous avons faite concernant la forme de la lumière blanche solaire n'est-elle qu'une métaphore, le résultat d'une imagination qui abuse des abstractions, un raisonnement qui illusionne et mystifie? Si vous hésitez à répondre, rappelez-vous que nous basons la forme-lumière sur la faculté de rangement mécanique des raies spectrales diversement actives et méditez ensuite ce passage du chapitre XIV de l'optique physique de M. Jamin. « Nous avons constaté par l'expérience que les lumières des diverses longueurs d'onde se transmettent avec la même vitesse dans le vide; *mais il n'en est pas de même dans les corps transparents, puisque les diverses couleurs sont caractérisées par leur inégale réfrangibilité.* » Il est incontestable que l'air atmosphérique est un milieu transparent où nous vivons et où nos yeux reçoivent la lumière des corps éclairant ou éclairés. Conséquemment, dans cet air respirable et perméable à la lumière, les radiations spectrales doivent posséder des vitesses d'émission suivant la variation de leur réfrangibilité. Or, si les expériences par lesquelles M. Fizeau[1] est parvenu à démontrer la réalité de l'entraînement et du ralentissement de l'éther lumineux par un courant d'eau ayant une vitesse suffisante (7 mètres par seconde) sont exactes, les multiples activités radiales de la lumière blanche sont passibles de pression et subissent par suite les lois de la mécanique, c'est-à-dire se groupent quand elles voyagent dans l'espace et prennent la forme hémisphérique[2].

1. FIZEAU, *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. LVII, p. 385.

2. Nous n'acceptons pas avec M. Jamin « que les lumières de diverses longueurs d'onde se transmettent avec la même vitesse dans le vide. » Quelle est l'expérience, non basée sur les indices de réfraction de la lumière passant dans des milieux plus

Cependant, quoique la forme de la lumière n'ait provoqué aucune attention de la part des observateurs, il existe des expériences qui peuvent s'appliquer à la question des aptitudes rétiniennes quant à sentir la forme précitée. Bien qu'elles aient été faites dans le but de savoir si toutes les parties de la rétine sont également excitables par la lumière qui se présente le plus ordinairement à l'œil (la lumière blanche), on nous accordera que ces expériences sont identiques à celles que l'on pourrait faire si l'on désirait connaître la valeur excitatrice de la forme de la lumière blanche sur les différentes parties de la membrane rétinienne. C'est à ce titre que nous allons rapporter des faits mis en évidence par des expérimentateurs divers.

Il s'agissait de présenter à l'œil une surface lumineuse dont l'intensité pouvait varier à volonté et de déterminer pour différents points rétiniens quelle intensité lumineuse était nécessaire et suffisante pour provoquer une sensation. Ces expériences ont eu pour base la méthode employée en physiologie pour mesurer l'excitabilité des nerfs et des muscles; on détermine la valeur minimum qu'il est utile de donner à l'excitant pour produire une réaction sensitive ou motrice, puis l'on procède de la façon suivante : « la tête du sujet est maintenue immobile sur l'appui du périmètre; l'œil, au centre de l'arc, fixe un point déterminé de la surface interne de ce dernier, point marqué par une petite croix blanche ou par une tache à la craie. Le photomètre, privé de son tube oculaire, est placé de façon que le verre dépoli antérieur se trouve dans la direction du zéro de la graduation. Il est éclairé soit par la lumière du jour, soit par la lampe.

ou moins raréfiés d'atomes, qui affirme semblable fait? L'absence de réfrangibilité ne prouve pas que la vitesse de la lumière est égale pour toutes les radiations spectrales qui traversent un milieu où pareille constatation est faite et qu'on nomme vide, mais certainement que ce milieu est totalement dépourvu des dernières petites particules matérielles des corps. Cette confusion est la cause d'une des plus graves erreurs scientifiques de ce temps.

« L'œil inactif du sujet étant bandé, l'expérimentateur ouvre lentement le diaphragme de l'appareil jusqu'à ce que le sujet perçoive la lumière. On relève ensuite sur la graduation du diaphragme le nombre de millimètres correspondant à l'ouverture de ce dernier; en prenant le carré de ce nombre, on a l'intensité *relative* de la surface présentée à l'œil[1]. » La surface éclairée est par exemple un carré de 3 centimètres de côté. Pour interroger un certain nombre de régions rétiniennes, il faut faire fixer par l'œil des points progressivement plus excentriques et dans des méridiens divers, puis on compare entre elles les plus faibles valeurs perceptibles.

MM. Landolt et A. Charpentier, qui ont bien voulu se prêter à ces recherches, ont suivi les prescriptions de Aubert se rapportant aux premières expériences sur l'excitabilité de la rétine. Ce savant recommandait avant chaque opération de maintenir l'œil dans l'obscurité pendant un laps de temps qui ne doit pas être inférieur à vingt minues. Bref, les résultats obtenus dans ces conditions ont été les suivants :

« Toutes les parties de la rétine, sauf le centre, ont constamment paru également excitables, c'est-à-dire qu'il a fallu la même quantité de lumière, le même éclairement de la surface présentée à l'œil pour produire une sensation lumineuse. »

Ce centre correspond à la partie centrale de la tache jaune, à la *fovea centralis*, et la sensibilité de cette région rétinienne à s'exciter à la lumière blanche existe, mais elle est beaucoup moindre. Cette infériorité du centre de la tache jaune vient de ce que la rétine, en général (centre et périphérie), a besoin, pour des surfaces blanches éclairées au-dessous de 2 millimètres de largeur (la distance du carré à l'œil étant de 20 centimètres), de clarté d'autant plus grande que la surface éclairée est plus petite. Or, il est facile de calculer que cette

1. A. Charpentier, *La sensibilité lumineuse*, page 134.

limite d'étendue est de l'ordre de grandeur de la *fovea centralis*. L'infériorité du centre rétinien à s'exciter à la lumière blanche est donc causée par la faible surface de cette partie de la tache jaune qui ne peut recevoir que des images ayant au maximum 2 millimètres de largeur.

En somme, si l'on écarte de la rétine la tache aveugle située à l'endroit où s'épanouit la papille, la totalité de l'hémisphère nerveux oculaire — pour des surfaces éclairées plus petites que 2 millimètres de largeur — exige, pour recevoir une sensation, que l'éclairement soit inversement proportionnel à la surface lumineuse. Au-dessus de 2 millimètres, pour les surfaces plus grandes, la membrane rétinienne s'excite de même, sur toute son étendue, par un éclairement minimum, sauf l'endroit de la tache jaune centrale qui reste dépendant du principe d'éclairement des surfaces plus petites que 2 millimètres de largeur.

Ces observations dénotent, en résumé, que la rétine est apte dans toutes ses parties (la tache aveugle exceptée) à distinguer également bien la forme de la lumière qui frappe une portion de l'étendue sensible oculaire.

§ IV. — *Le minimum de l'étendue partielle de la rétine capable d'une excitation lumineuse.*

Quand nous avons déterminé la figuration de la surface pigmentaire capable de procurer à la membrane rétinienne *totale* la sensation la plus agréable, nous avons de ce fait défini le groupement radial le plus esthétique. Or, il s'est trouvé que ce groupement radial présentait précisément une forme qui est la plus parfaite des figures géométriques. Il nous reste maintenant à nous appliquer à rechercher si dans le heurt de la lumière sur une étendue *partielle* de la rétine, la même forme demi-sphérique demeure toujours celle qui

donne les sensations les plus satisfaisantes et correspond conséquemment aux combinaisons monochromatiques et polychromatiques pigmentaires les plus esthétiques.

Et d'abord, lorsque nous disons une étendue partielle de la rétine, nous entendons la plus petite surface rétinienne capable d'une excitation lumineuse, car, si la totalité de la membrane nerveuse irritable est limitée à un hémisphère de dimension moyenne connue, le minimum de l'étendue excitable de cette même membrane doit être également limité par une surface qu'il convient de rechercher. Cette surface une fois acquise, nous nous assurerons des qualités esthétiques des formes lumineuses frappant cette petite portion rétinienne. Dès lors, connaissant les plus belles formes lumineuses qui peuvent sensibiliser la rétine, aussi bien dans sa totalité que partiellement, nous aurons le droit d'appliquer les observations faites et les principes qui découlent de l'étude des extrêmes (maximum et minimum rétiniens excitables) à telle superficie intermédiaire comprise entre la totalité hémisphérique et le minimum rétinien excitable.

Quel est donc le minimum de l'étendue partielle de la rétine capable d'une excitation lumineuse?

Il existe des expériences qui peuvent fixer, avec une exactitude suffisante, la valeur de la petite surface rétinienne en question; mais avant de rapporter les faits permettant de résoudre le problème posé, nous parlerons de certains phénomènes étudiés primitivement par Aubert, puis en dernier lieu par M. A. Charpentier et se rapportant à la vision lumineuse qui précéderait la vision chromatique. En d'autres termes, la rétine percevrait tout d'abord, non pas la couleur exacte de petites figures colorées, mais une tonalité unique et constante allant du gris clair à l'incolore. Et comme la façon dont les deux savants que nous venons de nommer ont interprété leurs expériences tend à faire supposer que,

dans certains cas, la membrane nerveuse sensible de l'œil ne perçoit pas rigoureusement les valeurs actives éthérées que les corps émettent directement ou indirectement, nous allons démontrer que ces observations de Aubert et de A. Charpentier prouvent que la lumière se transforme avant d'atteindre l'organe visuel et non dans les éléments même qui constituent la rétine :

« Lorsqu'on présente, écrit M. A. Charpentier, à l'œil dans une partie quelconque du champ visuel un papier coloré, dont on augmente progressivement la surface, la première impression que fait cet objet n'est pas celle d'une couleur, mais celle d'une surface blanche ou grise plus ou moins intense. Ce n'est que pour une étendue plus grande (ou, ce qui revient au même, pour une intensité plus considérable) que la couleur est perçue. »

De ces faits physiologiques notre expérimentateur, après avoir opéré sur des couleurs spectrales et être arrivé aux mêmes résultats, croit pouvoir conclure que chaque radiation du spectre agit sur l'œil à un double titre et comme lumière et comme couleur. Le mélange de ces deux phénomènes intéressant la sensibilité de l'œil serait « ce qu'on appelle la couleur d'une radiation » et le blanc considéré jusqu'alors comme le mélange à proportions égales de trois sensations chromatiques fondamentales, c'est-à-dire comme une couleur complexe, serait au contraire « la réaction la plus simple, la plus constante et la plus facile à produire dans l'appareil visuel[1] », ce qui revient à dire que le blanc est formé par de la lumière à un seul degré de réfrangibilité. Cependant Helmholtz affirme dans son optique physiologique, p. 351, que l'erreur de Brewter prouve que la lumière blanche est composée. Nous laissons d'ailleurs au lecteur la faculté de consulter cet ouvrage afin de s'assurer lui-même que l'opinion de Helmholtz peut passer

1. A. Charpentier, *Lumière et couleurs*, chap. VIII, p. 209.

pour un jugement sans appel. Et si le fait ne peut être mis en doute, que vaut alors l'interprétation de M. A. Charpentier?

Nous répondrons qu'une confusion que nous allons signaler est la cause manifeste de la gêne et du caractère illogique de l'assertion de M. A. Charpentier. En effet, c'est à un phénomène physique et non physiologique qu'incombe la transformation d'une radiation unique spectrale en une sensation nettement grisâtre ou blanchâtre. Les éléments rétiniens, dans l'expérience des papiers colorés augmentés progressivement de surface, accusent du blanc si toutefois ces objets sont très peu éclairés ou peu étendus, parce que les milieux où passe la lumière, à partir des points colorés jusqu'à l'œil transforment cette même lumière par absorption moléculaire. La lumière, quelle que soit sa couleur en partance, quand elle traverse l'air, subit l'influence du milieu gazeux qu'elle parcourt, et comme, en grandes masses, l'atmosphère est bleue, des réductions volumétriques de la masse aérifère déterminent, dans les faibles activités lumineuses qui se propagent au sein de ces milieux plus ou moins restreints, des transformations chromatiques qui sont nécessairement des réductions du bleu d'azur, c'est-à-dire des colorations grisâtres avoisinant les nuances blanches. La lumière qui traverse un milieu transparent en sort généralement avec des modifications dépendant de la constitution atomique du corps où s'exerce le passage lumineux. On peut tirer des exemples de ce phénomène dans la nature :

Le paysage qui, par un temps clair et sec, conserve ses teintes vives à une certaine distance, les perd lorsque l'atmosphère est chargée d'humidité; les arbres et les objets terrestres deviennent gris ou *bleu* très pâle, presque *blanc*.

Cette action pâlissante du brouillard sur la coloration est une perturbation chromatique qui provient de l'absorption des milieux parcourus par la lumière. L'œil qui voit du blanc, là où ordinai-

rement, à travers l'air non chargé de vapeur d'eau, il distingue du vert franc ou d'autres tons de quelque vigueur, perçoit bien réellement la couleur de cette lumière ou plutôt la modification que la durée du parcours et la composition atmosphérique ont infligée aux radiations primitives. Et cela est si vrai que l'influence décolorante des milieux transparents atmosphériques est susceptible de variations selon l'intensité de telle ou telle couleur, nous voulons dire que les couleurs les moins réfrangibles (région rouge du spectre) sont moins facilement transformables, par les milieux aérifères, que celles qui font partie des plus réfrangibles (région bleue du spectre). On conçoit, dans l'espèce, que l'activité d'une radiation est un facteur considérable (considérable est pris ici dans le sens qui n'est pas négligeable) quand il s'agit de traverser un corps capable, par absorption, de décomposer la lumière; dans ce cas, les rayons les plus vites du spectre ont certainement chance d'être les moins sujets à s'influencer, et c'est ce que l'expérience confirme.

Nous avions donc raison de soutenir que les phénomènes de perception lumineuse et chromatique, qui ont servi à M. A. Charpentier pour instituer sa théorie des deux modes de sensibilité dans l'appareil rétinien, sont du domaine de la physique et non de la physiologie en ce sens que l'œil reste un instrument dont les éléments sensibles traduisent, sans transformation au cerveau, la mesure des activités radiales lumineuses limitées au préalable par les milieux dioptriques au spectre visible.

*
* *

Il était nécessaire que les fonctions modificatrices de l'appareil rétinien, quant à la lumière, soient éliminées avant de rechercher le minimum perceptible (éclairement nécessaire et suffisant pour produire une sensation lumineuse) correspondant au minimum de

sensibilité oculaire, c'est-à-dire à la plus petite surface rétinienne capable d'une excitation lumineuse. Nous avons tenu à démontrer l'erreur de la théorie qui admet que la lumière, telle qu'elle arrive de l'extérieur, peut exciter les fibres du nerf optique de telle sorte que les appareils auxiliaires situés dans la rétine transforment ou modifient parfois cette lumière. Nous savons maintenant que le minimum de sensibilité oculaire, quelle que soit l'étendue rétinienne à laquelle nous nous arrêterons, ne peut produire d'autre sensation que celle qui lui est donnée par la composition de la lumière réduite au spectre visible après son passage à travers les milieux dioptriques de l'œil. Et si de petites figures pigmentaires rouges, jaunes, vertes, bleues, etc., etc., très peu éclairées, semblent blanches à l'organe visuel, c'est que véritablement la lumière (qu'émettent ces petites figures), dans le parcours qu'elle suit avant d'atteindre l'œil, devient blanche, transformée, c'est-à-dire absorbée qu'elle est par les milieux transparents étrangers à l'appareil oculaire. L'essentiel consistera donc, lorsque nous aurons les dimensions de la plus petite surface rétinienne excitable et que nous voudrons rechercher, par des expériences sur elle appliquée, les formes lumineuses les plus esthétiques, à faire arriver à ce champ minimum de sensibilité de l'organe visuel des compositions chromatiques assez actives pour qu'elles ne subissent point de perturbations du fait des milieux non oculaires.

Parmi les observations qui paraissent vouloir contribuer à fournir des données suffisamment précises sur la grandeur de la plus petite surface rétinienne excitable, nous relevons ce résultat important constatable dans l'expérience de deux points lumineux séparés : à savoir que c'est seulement lorsque la distance de ces deux images lumineuses est supérieure à la largeur d'un élément sensible de l'appareil rétinien que l'on peut reconnaître la présence de ces deux points lumineux.

D'après les travaux de Hooke, deux étoiles dont la distance apparente est inférieure à trente secondes apparaissent constamment comme une seule image. Sur cent personnes une seule seulement peut distinguer deux étoiles dont l'espacement est inférieur à soixante secondes.

Pour déterminer les plus petites distances appréciables, d'autres observateurs ont expérimenté, comme Tob. Mayer et après lui E.-H. Weber, sur des lignes blanches parallèles séparées par des lignes noires de la même largeur, ou sur des carrés blancs éclairés. Volkmann s'est même servi de fils d'araignée sur fond clair.

Weber rencontra un œil qui distinguait des traits blancs dont les milieux étaient distants de 73 secondes. Helmholtz avec un éclairage intense, dans les conditions les plus favorables, arrivait à 64 secondes.

Sur la rétine de l'œil schématique de Listing,

un angle visuel de	répond à une distance de
73″	0,00526 millim.
63″	0,00464 —
60″	0,00438 —

Or c'est ici que nous allons, par un simple rapprochement de chiffres, connaître et l'élément sensible de la rétine distinctement stratifiée et le plus petit point perceptible entre deux images lumineuses séparées, point correspondant à la plus petite surface rétinienne pouvant transmettre au cerveau une sensation réduite au minimum. En effet, d'après les mensurations de Kölliker, le diamètre des cônes dans la *fovea centralis* de la tache jaune, endroit de la vision la plus distincte, est de $0^{mm},0045$ à $0^{mm},0054$, ce qui correspond presque exactement aux nombres précédents de Listing, « de sorte que, dit de Helmholtz, ces mensurations confirment

aussi l'hypothèse d'après laquelle les cônes seraient les derniers éléments sensible de la rétine. »

Cependant, quoique la connexion des mesures opérées, d'une part, sur la rétine de l'œil schématique de Listing, et d'autre part, sur les cônes de la *fovea centralis* démontre que la sensibilité oculaire commence avec l'étendue d'un des éléments coniques de la membrane nerveuse, A. Volkmann à décrit des expériences dont la conclusion est que ces éléments ne sont pas assez petits pour expliquer l'acuité visuelle de l'œil. Mais Helmholtz a jugé ainsi les expériences de Volkmann :

« Les principales expériences ont été faites au moyen de deux fils métalliques tendus devant un fond éclairé, et qu'une vis micrométrique permettait de rapprocher jusqu'à ce que leur intervalle devînt imperceptible. Volkmann considérait cet intervalle comme le plus petit objet visible, et il en déduisait encore les franges d'irradiation qui augmentent l'épaisseur apparente des fils métalliques. En opérant ainsi, il obtenait assurément, pour la grandeur des plus petites images perceptibles, des valeurs excessivement faibles, et qui paraissent de beaucoup moindres que les dimensions des cônes de la rétine. Mais, ainsi que je l'ai déjà expliqué plus haut, des expériences de ce genre ne prouvent pas que les éléments sensibles de la rétine soient plus petits que l'image de l'intervalle qui sépare les deux fils ; elles prouvent seulement qu'ils sont moindres que la distance qui sépare les milieux des deux bandes obscures, et dans les expériences de Volkmann, ces distances ne sont pas sensiblement plus petites que ne les ont trouvées les autres observateurs ».

Si l'on tient compte encore des constatations du docteur Hirschmann qui a répété, avec des systèmes de fils métalliques parallèles, des expériences déjà faites, mais soumises à des variations nombreuses, dans le but de trouver les conditions les plus favo-

rables, on voit qu'il est descendu jusqu'à des valeurs d'environ 50″ pour l'angle visuel, ce qui correspond à une étendue de $0^{mm},00365$ sur la rétine. Or, d'après les mensurations de Schultze, Müller et Welker, les cônes sont assez fins pour répondre à l'exactitude des perceptions dont il s'agit.

En résumé, on ne peut signaler aucune expérience s'élevant contre l'idée que le diamètre des cônes correspond à la plus petite surface rétinienne sensible à la lumière. C'est d'ailleurs l'avis des plus grands noms appartenant à la physiologie expérimentale de ce temps. Nous acceptons donc, comme dimension de la plus petite surface rétinienne capable d'une excitation lumineuse, le diamètre des cônes pris dans la *fovea centralis* variant de 0,0015 (H. Müller) à 0,0054 (Kölliker), et comme l'écart entre ces deux nombres est un obstacle à la fixation d'une donnée précise, nous prendrons pour mesure moyenne l'étendue rétinienne qui correspond à une valeur de 50″ pour l'angle visuel, c'est-à-dire à $0^{mm},00365$, diamètre moyen des cônes.

§ V. — *Observations physiologiques faisant ressortir le principe mécanique de l'excitation visuelle, ainsi que les dispositions de la substance rétinienne à la contractilité et à la protactilité.*

Avant d'essayer, dans un but esthétique, les différentes formes de la lumière sur le diamètre rétinien $0^{mm},00365$ qui représente la plus petite surface nerveuse de l'œil pouvant produire une sensation procurant une perception sous l'action excitable de la lumière, il est nécessaire que nous fixions solidement notre opinion sur la nature de cette action. Nous croyons, au surplus, avoir démontré ailleurs que la lumière agit sur la paroi hémisphérique de la rétine par une opération d'origine purement mécanique. La force vive de la lumière fait pression sur la membrane sensible de l'œil,

et cette pression, qui revêt nécessairement une forme quelconque, oblige les éléments rétiniens à des modifications en rapport avec la figuration même que présente l'éther lumineux au moment de se rencontrer avec la couche des bâtonnets et des cônes précédant l'épanouissement des fibres nerveuses oculaires.

Judicieusement nous avons réprouvé les théories qui font dépendre la perception lumineuse de l'échauffement ou d'un système photochimique agissant dans la substance même de l'élément nerveux, ou encore dans le milieu intermoléculaire que contient cette substance. On se souvient que, par suite d'un entendement particulier des phénomènes observés et des faits reconnus, quant aux irritations des nerfs périphériques, nous avons rapporté à un même principe le mode d'excitation de ces nerfs, siège principal de la fonction sensible des organes du tact, de l'olfaction, de la gustation, de l'ouïe et de la vision. Or, ce principe, que nous avons soutenu et que nous soutenons être essentiellement mécanique, paraît se dégager pleinement de l'étude anatomique et histologique du siphon de la Pholade dactyle (mollusque de la famille des Pholadidæ) que vient de faire publier M. le docteur Raphaël Dubois (1892). Nous trouvons dans ce travail des documents scientifiques qui corroborent nos assertions et donnent par suite à notre théorie une assurance que nous avions vainement cherchée depuis dix années dans les meilleurs ouvrages ayant des accointances avec les questions que nous traitons dans ce livre visant le jeu des organes et des appareils promoteurs de toutes les sensations.

En effet, sans qu'il soit besoin d'entreprendre la description complète du siphon de ce mollusque (appareil organisé pour suppléer au sens), nous pouvons dire que l'étude approfondie de sa structure et les observations physiologiques faites par M. Raphaël Dubois sur ce curieux cylindre blanchâtre, membraneux, rétractile et protactile, permettent à cet intéressant professeur d'affirmer que

dans les organes où se forme la sensation « lumineuse le système nerveux n'est influencé que très secondairement et mécaniquement ». Secondairement, parce que « l'irritabilité de la fibre contractile est mise en jeu avant la neurilité de la terminaison nerveuse périphérique ». Mécaniquement, parce que « la vision dermatoptique se produit par un véritable phénomène tactile se passant dans l'intérieur du tégument », en sorte que les choses se poursuivent « comme si l'on touchait, si l'on excitait mécaniquement l'épiderme ». Et M. Raphaël Dubois d'ajouter : « Dans cette comparaison de la sensation lumineuse avec un phénomène tactile, rien ne peut choquer nos idées, puisque l'on sait qu'il suffit d'exercer sur « notre œil une légère pression pour provoquer un phosphène brillant dans l'obscurité la plus complète ». On peut donc dire du travail de la fontion dermatoptique comme du mécanisme de la fonction photogène, dont les analogies de structure et de fonctionnement des parties ont particulièrement frappé M. Raphaël Dubois, que les phénomènes physiologiques qui en découlent « obéissent aux lois spéciales de la mécanique biologique et qu'ils ne sont pas réductibles, même dans les cas les plus simples, à des phénomènes chimiques ou physiques proprement dits. »

Comme on le voit, la thèse de M. Raphaël Dubois nous transporte bien loin des théories de cette seconde moitié du siècle impliquant l'admission d'un processus électro-chimique. Elle nous ramène, par une voie rajeunie et mieux étudiée, aux doctrines déjà anciennes qui donnaient aux excitations nerveuses une source purement dynamique, nous voulons parler des conceptions se rapportant aux appareils spécialement sensibles à la lumière, de ces conceptions qui expliquaient les propriétés de l'œil et de la vision par des ébranlements, des mouvements, des sortes de modifications ayant l'instantanéité d'oscillations rapides, modifications réglées par l'action de la lumière, comme l'admettaient Newton, Melloni,

Seebeck et d'autres physiciens. Ajoutons que certains philosophes de l'antiquité, tels que Démocrite et Aristote, avaient pressenti ces résultats il y a plus de vingt-trois siècles. Démocrite voulait que chaque sens ne soit qu'une manière de toucher, et Aristote, dans le traité de l'âme, soutient que « l'animal ne peut, sans le toucher, avoir aucun autre sens », ce que saint Thomas d'Aquin, le célèbre commentateur d'Aristote, a formulé plus précisément encore par cette phrase : « *Ergo non debet poni alter sensus præter tactum* ». Et cette thèse de M. Raphaël Dubois ne contredit rien de ces affirmations émanant d'esprits assez puissants, et assez vastes pour avoir pu suppléer, en leur temps, le défaut de connaissances exactes, par des dons particuliers leur permettant de juger des choses plutôt d'après de subtils et rares indices, alimentés en partie par des raisons de convenance ou de sentiment, que par l'entremise d'expériences, rigoureuses telles que les pratiquent les savants modernes. Bien mieux, ces travaux, visant le siphon de la Pholade, nous font à ce point revenir à la sensation produite par une action mécanique, qu'en guise de conclusion, notre professeur de physiologie de l'Université de Lyon écrit, que « l'immense variété des sensations ne dépend que de deux variables, qui sont l'amplitude et la vitesse de la contraction des segments contractiles périphériques », établissant ainsi expérimentalement cette vérité, clé de voûte de notre théorie visuelle, que les modifications que subit la substance protoplasmique de la rétine, sous l'effort des radiations lumineuses, s'opèrent par des effets rétractiles et protactiles, autrement dit, des pressions et des dépressions, ce qui range définitivement l'action lumineuse parmi les excitants nettement mécaniques.

*
* *

Mais essayons maintenant de fixer nos vues sur la structure et le rôle de la membrane nerveuse qui tapisse environ la motié pos-

térieure du globe oculaire, structure et rôle que nous comparerons à ceux d'autres organes ayant, dans l'animalité, la même destination.

La rétine, cela est démontré, est sensible à un degré plus ou moins développé dans toute son étendue, sauf, comme on sait, une très petite partie appelée la tache aveugle. Or, de ce fait, nous ne retiendrons que cette propriété, qui étend l'irritabilité rétinienne à toute la superficie hémisphérique, sans nous arrêter aux variations de la sensibilité, maximum au centre et allant en diminuant à la circonférence, variations, d'ailleurs, en rapport avec la quantité de cônes que contiennent les différentes régions de la membrane en question. L'important, pour nous qui voulons mettre diverses combinaisons lumineuses en contact avec la plus petite surface excitable de la rétine, est de connaître qu'en tout point l'hémisphère sensible oculaire est capable de distinguer telle disposition radiale que nous lui présenterons, soit simple ou composée, donnant une sensation résultante chromatique, ou blanche. Il est nécessaire, en outre, que nous établissions, par un travail d'anatomie comparée, qu'il y a unité de plan entre la structure de la rétine humaine et la complexion des éléments dermatoptiques que renferme, par exemple, la peau de la Pholade, c'est-à-dire qu'il nous faut démontrer que ces membranes nerveuses périphériques, appartenant à des organismes placés aux extrêmes dans l'échelle de l'animalité, sont mêmement composés en vue de recevoir l'excitant dynamique lumineux et d'obéir aux efforts de cette action.

Ainsi entendu, le problème de la vision restera cantonné dans l'acte fonctionnel de la peau. Chez les vertébrés, cette peau à toucher la lumière se réunira sous l'aspect globulaire, s'enrichira d'instruments dioptriques permettant des sensations délicates; la distinction chromatique, la perception des formes, tandis que les

animaux inférieurs, sans points visuels plus ou moins globulaires, ne pourront distinguer que la lumière de l'obscurité [1].

*
* *

Nous allons décrire successivement la structure de la peau de la Pholade et celle de la rétine de l'homme. Le rapprochement, la comparaison de ces deux organismes, disposés pour s'irriter au contact de la lumière, nous permettra de faire ressortir un très important dispositif de structure commun à ces membranes visuelles si dissemblables en apparence.

Le siphon de la Pholade dactyle n'est en réalité qu'une expansion du manteau de cet animal. Il peut atteindre jusqu'à dix ou quinze centimètres. Considérée dans ses traits généraux, la structure de ce cylindre, qui est limitée par les bords des valves principales de la coquille de ce mollusque, est assez semblable à celle que l'on rencontre dans le siphon des autres lamellibranches siphonés dont l'étude a été faite par M. J. Roule.

Dans l'épaisseur du siphon est creusé deux canaux parallèles séparés par une même cloison. Entre la paroi interne des canaux et la paroi externe du siphon on rencontre des couches musculaires de compositions variées. « Les unes sont formées de fibres longitudinales et les autres de fibres circulaires. Les fibres circulaires sont, en général, plus fines et se colorent en jaune rougeâtre par

1. En effet, il semble, pour prendre un exemple, que le mollusque marin étudié par M. Raphaël Dubois ne peut distinguer ni les couleurs ni les formes. « Il ne donne des manifestations de sensibilité optique que lorsqu'il passe de l'obscurité à la lumière, ou inversement de la lumière à l'obscurité ou bien encore d'une radiation colorée à une autre. » Pour ce qui est de la sensibilité chromatique; du passage d'une couleur à une autre qui donne lieu manifestement à un allongement du siphon de la Pholade suivi d'une contraction, puis d'un second allongement, « ces résultats expérimentaux me paraissent dus, dit M. Raphaël Dubois, surtout au changement d'intensité éclairante. »

le picro-carmin, tandis que les fibres longitudinales prennent une teinte franchement rouge. »

La paroi du siphon est formée par l'accolement de deux membranes composées de couches symétriquement disposées. La structure de ces membranes internes et externes est identique. De dehors en dedans on trouve :

1° La cuticule externe;

2° La couche myo-épithéliale;

3° La couche neuro-conjonctive;

4° Une mince couche superficielle des muscles longitudinaux;

5° La zone des fibres circulaires;

6° Une couche de faisceaux musculaires, longitudinaux, épars dans les travées conjonctives radiées résultant de l'épanouissement des cloisons aponévrotiques des muscles centraux;

7° La zone d'épanouissement des travées conjonctives radiées ;

8° La zone externe des grands muscles longitudinaux centraux[1];

En tout huit couches et autant pour la partie interne.

Ces huit couches, qui constituent la structure de la peau externe ou interne du siphon de la Pholade, peuvent être réduites à trois éléments fondamentaux; le segment épithélial, le segment contractile et le segment neural, ayant entre eux des rapports, des communications intimes et discontinus.

Le segment épithélial est avec la couche cuticulaire l'enveloppe ou le derme de la paroi externe et interne du siphon. Les éléments épithéliaux revêtent donc le segment contractile et le segment neural qui forment la couche neuro-conjonctive composée de cellules et de fibres. « Les couches neuro-conjonctives interne et externe

1. Dans l'ouvrage de M. Raphaël Dubois, il est dit que « les couches et zones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, représentent respectivement à l'extérieur les couches 16, 15, 14, 13, 12, 11 et 10, qui appartiennent à la paroi interne ».

constituent comme une sorte de ganglion nerveux diffus, étendu au-dessous de la couche myo-épithéliale. »

Le caractère dominant des éléments de la couche neuro-conjonctive est qu'ils sont contractiles. « Disons tout de suite que l'examen physiologique ne permet pas de nier, ainsi que nous le verrons plus tard, la contractilité des fibres appartenant aux couches que j'ai appelées pour cette raison *fibro-contractiles* circulaires internes et externes. » (Raphaël Dubois.)

On distingue dans la couche fibro-contractile « deux espèces bien distinctes morphologiquement et physiologiquement d'éléments contractiles : 1° des fibres fines, à contractions lentes, d'origine conjonctivale ou mésenchymale ; 2° des fibres à contractions rapides, plus volumineuses, ne se colorant pas de la même manière que les précédentes avec les mêmes réactifs. »

Passons, en suivant, à l'examen de la rétine de l'œil humain.

*
* *

La rétine s'épanouit en une masse nerveuse située au fond de l'œil entre la choroïde et le corps vitré.

D'après Kölliker, nous présentons une coupe des couches de la rétine passant par l'équateur de l'œil (fig. 16). En allant de dehors en dedans on peut diviser en huit éléments microscopiques distincts ces couches énumérées dans le tableau ci-dessous :

1° Couche des bâtonnets (composée des bâtonnets a et des cônes b) ;

2° Granuleuse externe ou noyau ;

3° Fibreuse externe ou intermédiaire ;

4° Ganglionnaire externe ou granuleuse interne ;

5° Granulée interne ou finement granulée ;

6° Ganglionnaire interne ou de cellules nerveuses ;

7° De fibres nerveuses ou nerf optique;

8° Limitante hyaloïde.

L'épaisseur de la rétine autour du nerf optique est de 0,22, à la partie postérieure du globe de l'œil de 0,164, à l'équateur de 0,084, au bord antérieur de 0,09 (mensurations réduites en millimètres).

A l'examen de la figure 16, on peut voir que les cônes sont dispersés entre les bâtonnets. Or, ces cônes en forme de bouteilles se continuent en filets minces (fig. 17) présentant un renflement à la naissance de la couche des noyaux pour se terminer dans la couche ganglionnaire interne (fig. 16, n° 6). On remarquera que le nerf optique est sous-jacent à la couche ganglionnaire interne.

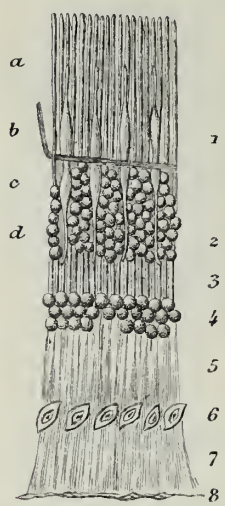


Fig. 16.

Les bâtonnets, qui sont environnés de cônes, s'appuient sur les noyaux qui se continuent aussi à la façon des cônes, en filets minces (fig. 18), allant se perdre, encore après un renflement, dans la partie ganglionnaire interne (cellules nerveuses). Les bâtonnets sont donc disposés pour agir directement et sur les cônes (dans la largeur) et sur les noyaux (dans la longueur), dont les terminaisons fibreuses aboutissent successivement à des couches nerveuses (épanouissement du nerf optique) « de l'espèce de ces fibres nerveuses très fines qui, après la mort, se gonflent en prenant une apparence moniliforme. Quelques-unes se joignent aux ramifications des cellules nerveuses ; il en est probablement de même pour toutes ». (Helmholtz.)

A ces observations qui font croire à la présence d'un système de

fibres nerveuses intercalé dans la rétine entre des éléments musculaires tels que bâtonnets, couches granuleuses, etc., etc., nous ajouterons ce détail, qui n'est pas négligeable ici ; à savoir qu'il a été constaté, par nombre de physiologistes éminents, qu'il s'opérerait un léger raccourcissement des bâtonnets et des cônes sous l'action de la lumière, ce qui dénote clairement que le rôle de ces éléments musculaires entremêlés avec les cônes et les noyaux est de se contracter en vue d'exciter mécaniquement ces fibres nerveuses se ramifiant à l'épanouissement du nerf optique situé au-dessus de la couche limitante hyaloïde.

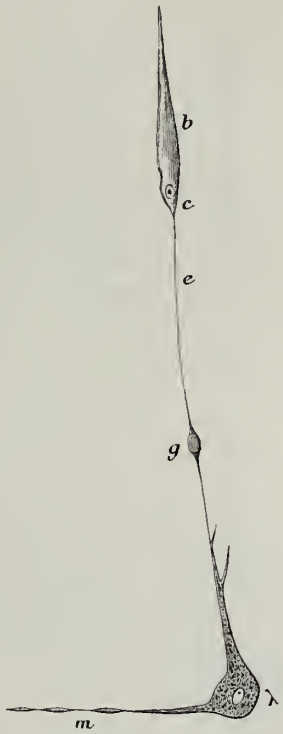


Fig. 17.

De l'examen attentif portant sur l'anatomie comparée du siphon de la Pholade dactyle et de la rétine humaine, il ressort que du haut en bas de l'échelle animale les mêmes fonctions appartiennent à des organes et à des appareils analogues par la structure. En effet, nous venons de voir que la peau du siphon de la Pholade (qui perçoit la lumière) et la membrane rétinienne humaine ont un mécanisme fonctionnel identique. D'un côté, et de l'autre l'épiderme qui s'excite à la lumière contient deux éléments primordiaux qui, à eux seuls expliquent le fonctionnement de ces peaux à toucher la lumière.

Le premier élément est composé de fibres musculaires diversement orientées et concourant à la formation d'une substance contractile. Dans le corps de cette substance contractile se tient des

filaments nerveux capables de subir et de suivre parfaitement tous les mouvements que les fibres musculaires exécutent sous l'action, sous la pression de la lumière. Ce système de filaments ou de cellules nerveuses, ayant des ramifications avec la couche nerveuse périphérique qui a mission, chez les vertébrés, de transporter les sensations au cerveau, représente le second élément.

Fig. 18.

Pour le siphon de la Pholade comme pour la rétine humaine, l'exercice de la fonction visuelle ne dépend ni d'un phénomène chimique ni d'un phénomène physique, mais purement de l'effet mécanique d'un fluide impondérable (éther lumineux) sur une membrane faite d'une substance protoplasmique douée de la propriété de s'infléchir, ou exactement, de se déformer pour recevoir, mouler et sentir successivement les multiples formes que revêt la lumière qui se propage dans l'espace. Ainsi se réalise la pensée théorique des philosophes de l'antiquité que chaque sens n'est qu'une sorte de toucher.

Nous avons tenu à nourrir la dissertation qui précède d'observations, de documents, de faits acquis, afin de donner à notre thèse un caractère aussi scientifique que possible. Le rôle de la rétine humaine est, d'ores et déjà, nettement défini, quant à l'emploi que nous désirons en faire. Toutes les formes de la lumière viendront se mouler au sein de cette substance élastique composée de muscles et de nerfs, ces derniers en communication, comme on sait, avec le cerveau. La substance rétinienne rétractile et protactile opérera des mouvements de déformation avec une vitesse variable. Cette vitesse dépendra de la persistance des images de la rétine, c'est-à-dire de la durée de l'impression, persistance presque instantanée lorsque ce milieu élastique est exercé par

vingt à trente minutes au moins d'exposition à la lumière, persistance d'une durée plus longue, et que Plateau a déterminée, lorsque l'œil est convenablement reposé par vingt à trente minutes au moins d'obscurité totale.

Dans ces conditions, la plus petite surface rétinienne excitable à la lumière devant, comme la masse hémisphérique rétinienne totale, recevoir et reproduire exactement, en figures concaves, les diverses formes de la lumière qui frapperont sa superficie, il tombe sous le sens qu'il devient indifférent d'opérer sur les formes de la lumière se propageant dans l'espace ou d'expérimenter sur les formes-lumière qui se moulent sur la rétine, celles-ci étant les empreintes de celles-là. Seulement nous aurons à tenir compte, pour la fixation à l'aide de dessins schématique des formes engendrées par les multiples compositions radiales, des dispositions mêmes de la rétine quant à ses préférences pour les pressions moyennes, c'est-à-dire que nous devrons, dans tous les cas, voir la plus petite surface rétinienne excitable à la lumière se réduire, nous entendons diminuer d'étendue, au contact des radiations lumineuses avoisinant le milieu du spectre visible et s'augmenter progressivement au toucher des pressions radiales extrêmes aboutissant, d'une part à la région infra-rouge et d'autre part à l'ultra-violet. C'est ce que nous allons constater dans le cours des expériences ultérieures.

CHAPITRE IX

EXPÉRIENCES PROPRES A FIXER LES CONDITIONS PHYSIQUES QUI DOIVENT ÊTRE RÉALISÉES DANS UNE SURFACE PIGMENTAIRE DE GRANDEUR VISIBLE AU MAXIMUM POUR PROCURER LE MAXIMUM D'AISE A UNE PARTIE QUELCONQUE DE LA RÉTINE DEPUIS LE CENTRE JUSQU'A LA PÉRIPHÉRIE HÉMISPHÉRIQUE

Les expériences que nous allons mettre sous les yeux du lecteur ont pour but de démontrer que parmi les formes nombreuses que prend la lumière pour voyager dans l'espace, ce sont celles qui s'approchent le plus de la perfection géométrique qui sont les plus esthétiques.

La manière dont nous opérerons pour rendre nos démonstrations faciles à saisir consistera à représenter successivement les

schèmes de projections lumineuses dans l'espace, que fournissent les associations de couleurs réputées agréables ou désagréables à la vision, et ces figurations étant déterminées par les procédés les plus précis auxquels nous puissions avoir recours, nous examinerons si chacune d'elles rentre dans le principe que nous venons de formuler.

Nous commencerons par fixer les schèmes de projection des compléments de couleurs, ensuite nous passerons aux mélanges harmonieux pour terminer par les contrastes.

En dehors de ces assemblages de lumières colorées et de pigments, nous donnerons la méthode à suivre pour établir les figures schématiques de chacune des radiations spectrales, autrement dit des couleurs simples.

§ I. — *Les compléments des couleurs.*

Deux couleurs sont complémentaires, en optique physique, lorsque leur réunion donne exactement du blanc.

D'après Chevreul :

Le rouge est complémentaire du vert, et *vice versa.*

L'orangé est complémentaire du bleu, et *vice versa.*

Le jaune tirant sur le vert est complémentaire du violet, et *vice versa.*

L'indigo est complémentaire du jaune orangé et *vice versa.*

Selon Helmholtz :

Le blanc résulte de la combinaison de différents couples de couleurs simples. On appelle complémentaires les couleurs, qui, mélangées dans un certain rapport, produisent le blanc.

Parmi les couleurs du spectre, sont complémentaires :

Le rouge et le bleu verdâtre,

L'orangé et le bleu cyanique,

Le jaune et le bleu indigo,

Le jaune verdâtre et le violet.

Le vert du spectre n'a pas de couleur complémentaire simple, mais une complémentaire composée, le pourpre.

Il est impossible à l'aide de ces choix binaires coloratifs traduits par des mots, de tenter la construction d'une figure schématique montrant la projection dans l'espace de l'une quelconque des complémentaires. Pour obtenir ce résultat, il nous faut des données précises que la spectroscopie seule a le pouvoir de créer. Ces données, nous les possédons grâce au travail de mensuration que Helmholtz a été dans l'obligation de faire afin de voir s'il existe des rapports réguliers entre les longueurs d'onde des couleurs simples complémentaires. Ce savant a, en effet, déterminé les longueurs d'onde pour une série de couleurs complémentaires deux à deux. Nous donnons ci-dessous le résultat de ces mensurations. L'unité de longueur est le millionième d'un pouce de Paris.

COULEURS	LONG. d'onde	COULEURS COMPLÉMENTAIRES	LONG. d'onde	RAPPORT des LONGUEURS D'ONDE
Rouge	2425	Bleu verdâtre	1818	1,334
Orangé	2244	Bleu	1809	1,240
Jaune d'or	2162	Bleu	1793	1,206
Jaune d'or	2120	Bleu	1781	1,190
Jaune	2095	Bleu indigo	1716	1,221
Jaune	2085	Bleu indigo	1706	1,222
Jaune verdâtre	2082	Violet	1600	1,301

« Comme le violet est très peu intense, fait remarquer Helmholtz, j'ai été obligé de réunir tous les rayons extrêmes à partir de la longueur d'onde 1600. »

Ce tableau, qui contient les longueurs d'onde exactes des cou-

leurs spectrales qui, assemblées sept fois deux à deux donnent de la lumière blanche, est tout indiqué pour la fixation des schèmes des complémentaires. Mais, pour procéder méthodiquement, il faut, en premier, que nous donnions des explications relativement à la manière dont se projettent ces couples de couleurs dans l'espace.

Comment s'assemblent les deux radiations spectrales choisies, et quelle est la loi scientifique qui règle la formation des figures dans l'espace de toutes ces complémentaires? Voilà ce qu'il est nécessaire d'établir.

Notons tout d'abord, que chacune des couleurs complémentaires composant les séries du tableau de Hemholtz, a été projetée sur un écran après un travail d'isolation obtenu en ajoutant à l'oculaire de l'instrument un diaphragme percé d'une fente très étroite, condition qui laisse voir à l'observateur, à la partie supérieure du champ visuel, la couleur spectrale choisie. Bref, à chaque fois, les deux radiations de longueurs d'onde déterminée ont été projetées sur un même endroit de l'écran, au même instant, et elles ont donné invariablement du blanc. Or, l'effet physiologique produit a été le même que si on mélangeait, de la manière précitée sur un écran, toutes les radiations spectrales situées entre les deux longueurs d'onde des séries de couleurs complémentaires de Helmholtz. Dans les deux cas, le résultat de ces projections de couleurs spectrales assemblées donne de la lumière blanche.

Une telle constatation est des plus importantes, car elle démontre que la projection des deux radiations, de longueurs d'onde choisies pour procurer un effet lumineux blanc, transforme, pendant le parcours, le spectre discontinu, composé des deux uniques raies colorées complémentaires, en un spectre continu. Il y a, selon toute apparence, changement du spectre de lignes en spectre de bandes. Mais quelle est la raison de cette transformation?

Les spectres continus s'observent :

1° Lorsque les substances rayonnantes sont solides ou liquides. Exemple : la chaux incandescente dans la lampe de Drummond, le platine de la lampe Bourbouze-Wiesnegg, les charbons de l'arc voltaïque, le magnésium en combustion, l'eau bouillante dont on étudie le spectre obscur à l'aide de la pile thermo-électrique ou du bolomètre.

2° Sous l'influence de la pression croissante des gaz. Exemple : l'expérience de Wüllner qui a constaté que dans un tube de Geissler et sous une pression faible, le spectre visible de l'hydrogène ne montrait que trois raies brillantes. Pour une série de pressions croissantes, ces raies s'étalent, se joignent, et peu à peu absorbent tout l'espace intermédiaire.

Le fait capital qui semble se dégager de ces expériences concernant les spectres continus, c'est que partout où l'éther lumineux rencontre des milieux atomés capables d'affaiblir son énergie (parcelles solides incandescentes, épaisseur ou densité de la couche rayonnante), les spectres de lignes tendent à faire place aux spectres de bandes.

Or, lorsque deux raies spectrales brillantes frappent simultanément la même surface totale d'un écran, ne se passe-t-il pas un phénomène pouvant avoir des analogies avec le caractère affaiblissant de l'énergie des rayons spectraux que l'on rencontre dans les expériences où les spectres continus règnent?

La pénétration de l'éther lumineux dans la masse d'un corps non transparent est naturellement un obstacle qui empêche la lumière de se propager en ligne directe. Ce retour du rayon sur lui-même, ou plutôt ce rebondissement de la lumière, selon un angle égal dans l'incidence et dans la réflexion, ne peut s'opérer sans nuire, dans des limites en rapport avec la substance de l'écran, à l'énergie de l'éther lumineux. Et ce phénomène peut aussi bien avoir son origine dans le segment externe, ou cellule épithéliale

pigmentaire de la rétine, que dans la substance mate et réfléchissante de l'écran. La vérité est peut-être que l'une et l'autre de ces surfaces, appartenant à la nature vivante et à la nature morte, concourent à la transformation des traits nets des couleurs spectrales, accouplées pour être complémentaires, en une image colorée continûment et allant de la première raie la plus réfrangible à la seconde qui l'est moins. Ajoutons qu'il s'entremêle encore un phénomène d'absorption de l'éther lumineux par la masse moléculaire des corps frappés par les deux radiations choisies. Or, en général, « l'intensité et la largeur des bandes croissent avec la masse absorbante ». (Lecoq de Boisbaudran.)

Si ceci est compris, il ne nous reste plus qu'à fixer un point délicat parmi les propriétés des spectres continus. Dans quel sens les raies s'élargissent-elles ?

En spectroscopie, les substances ordinairement portées dans la flamme pour être volatilisées donnent un grand nombre de raies, ou très visibles ou très peu apparentes. Il en existe que l'on ne peut apercevoir, même en imprimant un mouvement oscillatoire à la lunette oculaire, ou bien encore en fixant le regard à une petite distance de la raie cherchée, subterfuges permettant souvent une perception plus délicate, plus subtile. Plusieurs raies voisines, étroites et faibles, prennent souvent l'apparence d'une raie ou bande nébuleuse bien visible. L'atlas de M. Lecoq de Boisbaudran, contenant les spectres prismatiques et en longueurs d'onde d'un grand nombre de sels métalliques, reproduit, autant que possible, tout ce qu'on voit dans l'instrument : traits vifs, ombrés, symétriques ou non, nébulosités, intensités variées, etc., etc. Or, en général, les bandes ont des arêtes, elles forment des surfaces limitées par deux traits, quoique l'intervalle contienne souvent plusieurs autres raies. Et ce phénomène est si fréquent que l'on pourrait en induire qu'une sorte d'attraction ou d'affinité porte les raies l'une vers l'autre.

Quant aux bandes dégradées, sans fin perceptible, elles ont toujours une direction qui est celle d'une raie très éloignée ou tellement faible qu'elle ne peut visiblement rendre nette l'arête de la nébulosité.

Voilà qui explique, nous pensons, l'orientation que suivent nos deux radiations spectrales complémentaires, lorsque, transformées en raies nébuleuses par certains milieux, elles se réunissent pour constituer une bande nette montrant toutes les nuances chromatiques des valeurs réfrangibles intermédiaires.

§ II. — *Méthode pour établir les schèmes de projection dans l'espace d'une série de couleurs complémentaires deux à deux dont les longueurs d'onde ont été déterminées par Helmholtz.*

Le tableau des complémentaires de Helmholtz, que nous avons donné (page 258), a pour unité de longueurs d'onde, nous l'avons déjà dit, le millionième d'un pouce de Paris. Nous avons jugé nécessaire, pour la simplification des calculs, de réduire en dix millionièmes de millimètres ces mesures de longueurs d'onde [1].

1. On remarquera sans doute qu'opposé au système d'Huygens-Fresnel, nous établissons cependant les schèmes de projection, dans l'espace, d'une série de complémentaires en nous servant précisément des longueurs d'onde qui constituent la base du système en question. Nous répondrons que, par suite de la grande autorité de Helmholtz en optique physiologique, nous avons cru devoir choisir les sept complémentaires que ce savant a fixées afin de chercher s'il existe des rapports réguliers entre leurs longueurs d'onde. On verra par la suite que ces rapports visent, en somme, les distancements des complémentaires deux à deux dans le spectre normal visible. Or, comme cela est d'usage pour tous les travaux d'optique de ce siècle, ces expériences de rapports de distancements ont été obtenues par l'intermédiaire de l'hypothétique système des ondulations. Dès lors, on comprendra que pour la fixation des mesures diverses des schèmes de projection dans l'espace de cette série, il était nécessaire que nous conservions les mensurations de Helmholtz afin que l'on puisse juger de certaines concordances qui sans cela auraient paru moins nettement établies. D'ailleurs ces longueurs d'onde, qui n'ont toujours, dans les opérations ultérieures, qu'un intérêt de placement pour chacune des couleurs complémentaires dans l'aire du territoire spectral, peuvent être encore considérées comme des activités émissives si toutefois on veut bien admettre que l'extrême rouge dans le spectre visible représente, d'après van der Willigen, 7609 unités actives et l'extrême violet seulement 3938 unités actives.

RÉDUCTION

EN DIX-MILLIONIÈMES DE MILLIMÈTRE
DES MESURES DE LONGUEURS D'ONDE PRISES PAR DE HELMHOLTZ
EN MILLIONIÈMES DE POUCE DE PARIS

$\left(\text{Un pouce valant } \frac{390}{14} \text{ ou } \frac{690}{25} = 27^{mm},7.\right)$

Rouge.	0,002425 pouces,	correspond à	$0^m,6717$
Orangé	0,002244	—	$0^m,6215$
Jaune d'or I.	0,002162	—	$0^m,5988$
— II	0,002120	—	$0^m,5872$
Jaune I	0,002095	—	$0^m,5803$
— II	0,002085	—	$0^m,5775$
Jaune verdâtre	0,002082	—	$0^m,5767$
Bleu verdâtre	0,001818	—	$0^m,5035$
Bleu I.	0,001809	—	$0^m,5010$
— II	0,001793	—	$0^m,4966$
— III.	0,001781	—	$0^m,4933$
Indigo I.	0,001716	—	$0^m,4735$
— II	0,001706	—	$0^m,4726$
Violet.	0,001600	—	$0^m,4432$

La réduction faite, nous avons déterminé le placement de chacune de ces quatorze longueurs d'onde dans l'étendue du spectre total visible. Pour obtenir ces placements, nous avons divisé, comme cela d'ailleurs a été déjà fait antérieurement, le spectre de A à H en mille parties. Ce qui, d'après les observations d'Angström, donne aux principales raies fixes les positions suivantes :

RAIES FIXES DU SPECTRE NORMAL

A	O	E	638,92
a	113,74	b	664,79
B	201,61	F	749,24
C	285,05	G	902,07
D	468,38	H	1000,00

Nous avons, en outre, accepté les positions des espaces colorés du spectre normal d'après Rood, qui s'est inspiré précisément des travaux d'Angström relativement à la place occupée par les raies fixes.

ESPACES COLORÉS DU SPECTRE NORMAL

Le rouge commence à	0
Le rouge pur finit et le rouge orangé commence à	330
Le rouge orangé finit et l'orangé commence à	434
L'orangé finit et le jaune orangé commence à	459
Le jaune orangé finit et le jaune commence à	485
Le jaune finit et le jaune verdâtre commence à	498
Le vert jaune finit et le vert franc commence à	595
Le vert franc finit et le vert bleu commence à	682
Le vert bleu finit et le bleu cyané commence à	698
Le bleu cyané finit et le bleu commence à	749
Le bleu finit et le bleu violet commence à	823
Le violet bleu finit et le violet franc commence à	940

Ces exposés préliminaires ont pour mobile de nous permettre d'élaborer un tableau contenant le placement des longueurs d'onde choisies par Helmholtz comme complémentaires. Étant donné que le spectre visible totale va de la lettre A = O à la lettre H = 1 000 le tableau en question se présentera comme suit :

La longueur d'onde 2425 ou 6717 (rouge) est placée au $\frac{7603-6717}{3653} = \frac{269}{1000}$ du spectre total

L'orangé 2244 ou 6215 est placé au $\frac{379}{1000}$

Le jaune d'or I 2162 ou 5988 au $\frac{442}{1000}$

Le jaune d'or II 2120 ou 5872 au $\frac{473}{1000}$

Le jaune I 2095 ou 5803 au $\frac{492}{1000}$

Maximum des intensités visuelles (Charpentier) et maximum de l'énergie solaire (Langley) 5800

Le jaune II 2085 ou 5775 au $\frac{500}{1000}$

Le jaune verdâtre 2082 ou 5767 au $\frac{502}{1000}$

Maximum des intensités lumineuses 5600

Le bleu verdâtre 1818 ou 5035 au $\frac{702}{1000}$

Le bleu I 1809 ou 5010 au $\frac{709}{1000}$

Maximum d'endurance rétinienne 5000

Le bleu II 1793 ou 4966 au $\frac{721}{1000}$

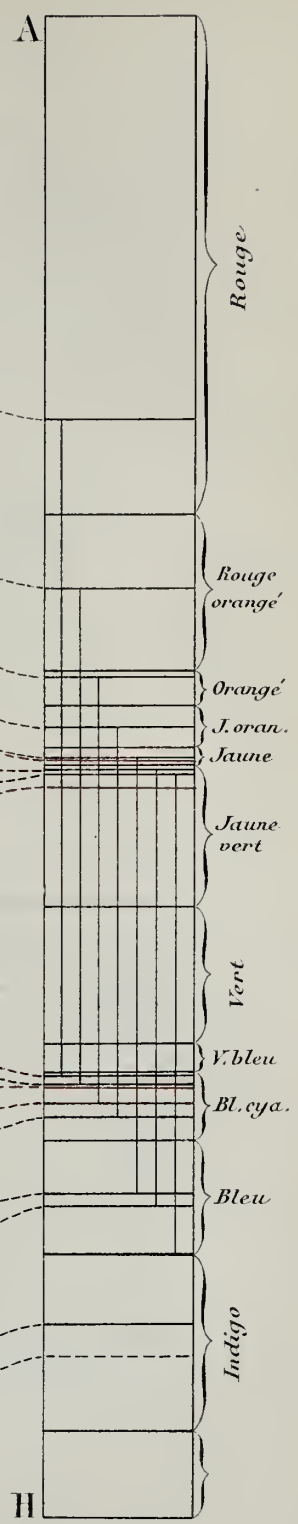
Le bleu III 1781 ou 4933 au $\frac{730}{1000}$

L'indigo I 1716 ou 4753 au $\frac{780}{1000}$

L'indigo II 1706 ou 4726 au $\frac{788}{1000}$

Le violet 1600 ou 4322 au $\frac{868}{1000}$

4292 au $\frac{891}{1000}$



Il s'agit maintenant de construire les cercles des complémentaires telle que se propagerait sur un écran, c'est-à-dire sur une surface plane, chacune de ces sept compositions radiales subitement arrêtée dans sa propagation. Si nous supposons une bande spectrale de 7 centimètres 7 de largeur dans laquelle la partie visible mesurerait un mètre de longueur, les cercles que nous aurons à former devront avoir, comme surface, la surface même des parties spectrales comprises entre les longueurs d'onde qui limitent les complémentaires. Voici les superficies de ces parties spectrales :

Pour la	première	complémentaire.	333 cq.
—	seconde	—	254 —
—	troisième	—	214 —
—	quatrième	—	197 —
—	cinquième	—	221 —
—	sixième	—	221 —
—	septième	—	301 —

En convertissant ces sept surfaces rectangulaires en autant de cercles, chacun d'eux aura les rayons qu'indique le tableau ci-dessous :

CERCLES	LONGUEURS D'ONDE LIMITES	SURFACES	RAYONS
Spectre total. . .	. . . . .	770 cq	15c,67
Couleurs complémentaires réunies.	6717 à 4349	481 »	12c,37
1re Cre	6717 à 5035	333 »	10c,3
2e —	6215 à 5010	254 »	9c, »
3e —	5988 à 4966	214 »	8c,2
4e —	5872 à 4933	197 »	7c,9
5e —	5803 à 4753	221 »	8c,3
6e —	5775 à 4726	221 »	8c,3
7e —	5767 à 4349[1]	301 »	9c,8

1. Le violet a été pris non pas à la longueur d'onde 1600 ou 4432 que Helmholtz indique avoir dépassée, mais à la longueur d'onde 4349.

Nous ferons remarquer que ces surfaces circulaires, qui doivent être le point de départ de la mise en œuvre de nos constructions schématiques montrant la projection dans l'espace de la série des sept complémentaires deux à deux de Helmholtz, ont des dimensions respectives qui correspondent aux chiffres trouvés par ce savant comme rapport des longueurs d'onde des couleurs complémentaires qui engendrent ces cercles.

URFACES DES CERCLES complémentaires.	RAPPORTS de HELMHOLTZ.
1 333	1,334
2 254	1,240
3 214	1,206
4 197	1,190
5 221	1,221
6 221	1,222
7 301	1,301 [1]

Nous avons dit que ces surfaces circulaires étaient formées par le brusque arrêt, sur un écran plan, des propagations dans l'espace des complémentaires deux à deux. En fait, si l'on avait pris, pour obtenir de la lumière blanche, toutes les radiations comprises entre chacune des deux longueurs d'onde limitant la surface spectrale des complémentaires, on aurait obtenu des schèmes constitués de raies spectrales colorées ayant à leur centre la raie la moins réfrangible et à la périphérie celle qui l'est le plus. Ces raies prendraient

1. Il n'est pas douteux que les petites différences que l'on constate dans les rapprochements des chiffres de ces surfaces et de ces rapports proviennent de légères irrégularités, de mesures ou de calculs, que des travaux plus précis que les nôtres feront disparaître par la suite.

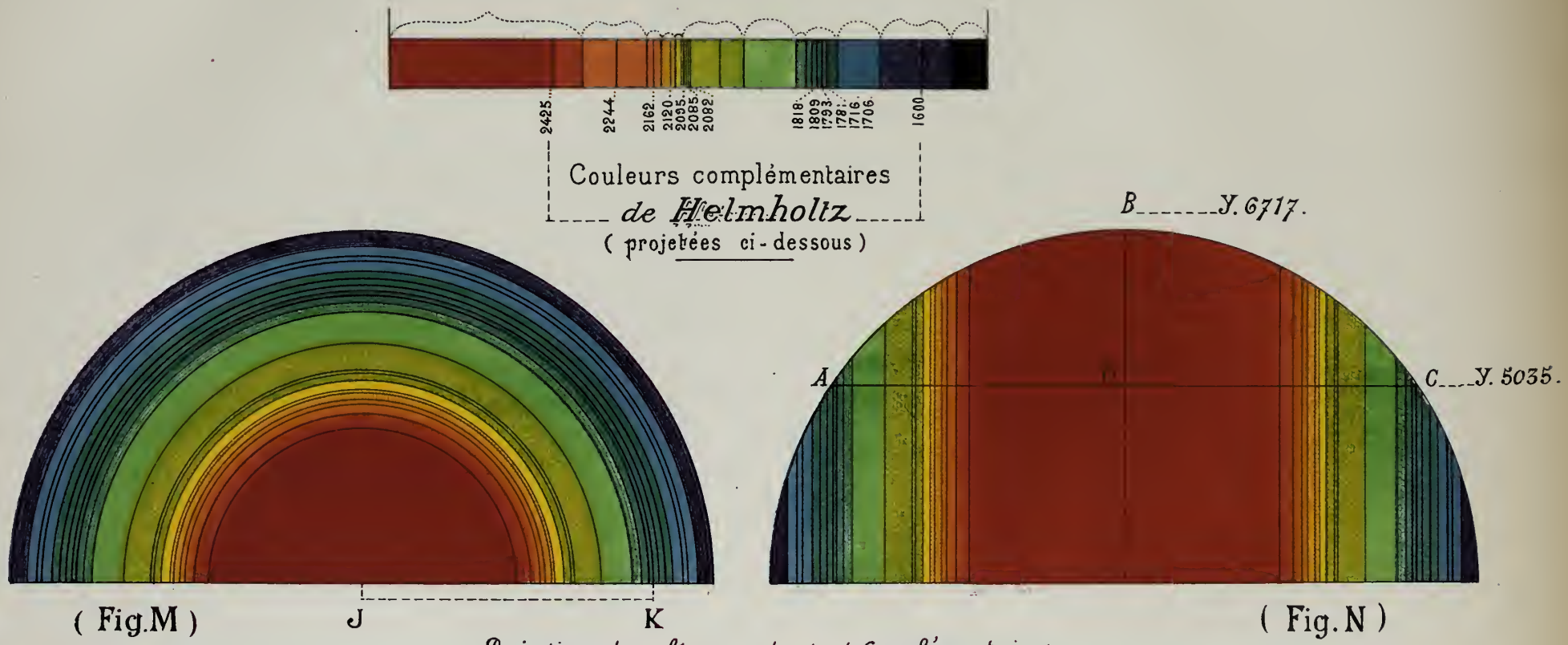
tel rangement qui leur est imposé par la force centripète. Mais nous avons affaire ici à des cercles formés par des spectres de bandes qui ne contiennent jamais de raies, puisque, pour ces sortes de spectres, la continuité est absolue. Cependant, sauf l'absence de raies brillantes, lesquelles, vues de face, forment de très petits points diversement colorés et séparés par des espaces obscurs, l'apparence de ces cercles, à la vision, restera sensiblement semblable à ceux formés par des spectres de lignes, c'est-à-dire que les dégradations chromatiques auront le même aspect à l'œil.

Seulement, ce n'est pas en surface plane circulaire que s'avancent, dans l'espace, les deux raies transformées en nébulosités se rejoignant et créant ainsi chacune des sept doubles complémentaires; en marche, dans un milieu quelconque accessible à la lumière, entre la radiation choisie la plus active et la plus lente les multiples raies colorées, sous l'impulsion de l'énergie centripète, se rangent par ordre de réfrangibilité. Elles suivent alors un tracé en forme de calotte que nous pouvons déterminer à l'aide de l'observation expérimentale et du raisonnement.

Commençons par réunir toutes les complémentaires, deux à deux, de Helmholtz, en un seul cercle s'étalant entre les longueurs d'onde 6717 et 4349. La surface de ce cercle sera de 481 centimètres carrés et son rayon de $123^{mm},7$.

La composition de ce cercle, montrant quatorze raies spectrales qui assemblées donnent, deux à deux, sept fois de la lumière blanche, doit nécessairement donner elle-même une sensation visuelle identique; en d'autres termes, que l'on dirige ces quatorze traits colorés en un même endroit d'un écran, on aura une sensation équivalente à celle de chacun des deux traits colorés qui, complémentaires et projetés, accusent du blanc. Or, ces quatorze traits assemblés à sensation blanche, lorsqu'ils partent de la surface de l'écran en question et qu'ils frappent notre œil, tracent sur la rétine,

Planche VI.



Projection dans l'espace des sept Complémentaires, deux a deux, de Helmholtz.

pendant tout le temps de leur émission, une figure convexe ayant au sommet le trait le plus actif ou le moins réfrangible, pendant que simultanément les autres valeurs radiales se rangent, en cercles, par ordre de vitesse. Puis chacun de ces traits, qui de face sont des points colorés distants, se relie à son voisin (par suite du phénomène que nous avons indiqué qui transforme le spectre de lignes en spectre de bandes) formant ainsi une solution de continuité suivant la courbe de la convexité de la figure, laquelle montre ainsi toute la chromatique du spectre normal depuis la longueur d'onde 6717 jusqu'à 4349.

Pour obtenir un tel schème de projection, il nous faut d'abord calculer la surface de chaque bande circulaire de la figure réunissant toutes les complémentaires et trouver les rayons extrêmes de ces cercles concentriques[1].

Le tableau page 270 contient toutes ces mesures :

Si nous admettons maintenant que la projection, dans l'espace, de ces radiations spectrales, parquées concentriquement et contenues dans le cercle de $123^{mm},7$ de rayon, doit être parfaitement hémisphérique par suite du rangement de toutes ces raies actives dont les espacements, dans le spectre normal, sont proportionnels à la différence de leurs longueurs d'onde, le travail schématique de cette projection est des plus simples à exécuter ; il suffit d'enfermer exactement le cercle dont nous venons de donner le rayon dans un hémisphère et de projeter perpendiculairement sur la suface de la concavité de cette demi-sphère toutes les raies concentriques précitées. (Planche VI, Figure M.)

1. Mais que l'on veuille bien ne pas oublier que nous avons divisé le spectre normal en espaces colorés mesurés et limités exactement et ceci pour la lucidité de l'étude présente. D'ailleurs, ces conditions ne peuvent contrarier ou détruire quoique ce soit des éléments solides de la thèse que nous poursuivons. Les cases des couleurs spectrales sont des aides schématiques qui ont pour but de faciliter la mémoire visuelle et voilà tout. Il est donc nécessaire que la projection, dans l'espace, des sept complémentaires réunies en un cercle, soit établie avec ces divisions chromatiques.

SURFACE TOTALE DU CERCLE

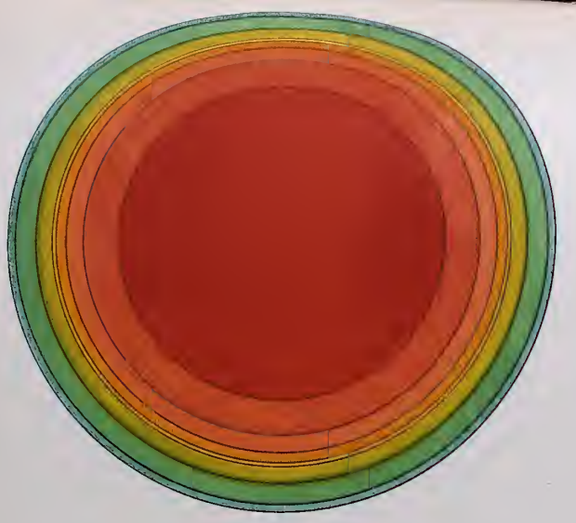
RÉUNISSANT TOUTES LES COULEURS COMPLÉMENTAIRES DEUX A DEUX DE HELMHOLTZ, ENTRE LES LONGUEURS D'ONDE

6717 et 4349 = 481 c. q. — Rayon $\sqrt{\frac{481}{31,416}} = 123^{mm},7$.

LA BANDE COMPRISE ENTRE LES LONGUEURS D'ONDE.		AURA UNE SURFACE.	RAYON EXTRÊME.
		c. q.	millimètres.
6717 et 6215 ($\frac{110}{1000}$ du spectre.)		84	51
6215	5988	49,133	65
5988	5872	24,157	70
5872	5803	14,171	73
5803	5775	6,177	75
5775	5567	2,179	75,5
5567	5035	154,333	102
5035	5010	5,338	103
5010	4966	10,348	104
4966	4933	7,355	106
4933	4753	38,393	112
4753	4726	6,399	113
4726	4349	82,481	123,7

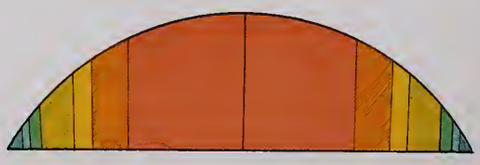
La figure parfaitement hémisphérique qui est le résultat de cette opération va nous permettre d'observer de quels éléments mesurables sont formées les projections dans l'espace des complémentaires, deux à deux. Précisément on peut voir que cet hémisphère contient à sa partie supérieure la projection même de la première complémentaire, deux à deux, puisque la plus active des raies spectrales qui se trouve au maximum de hauteur de la courbure hémisphérique a pour longueur d'onde 6717. Nous pouvons donc déterminer le tracé de chaque bande colorée en forme de calotte (complémentaire deux à deux) et en fixer les dimensions en nous basant sur la constitution géométrique de la portion de notre figure

Planche VII.

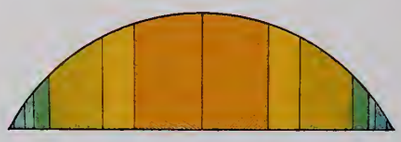


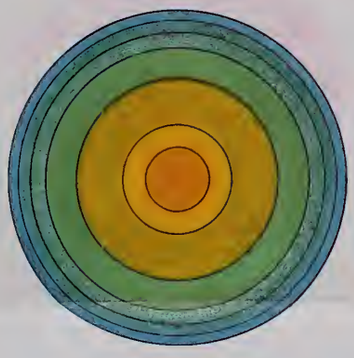
1

2



3

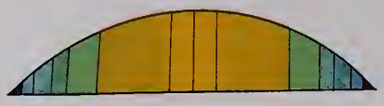




4

5

6



parfaitement hémisphérique comprise entre les longueurs d'onde 6717 et 5035.

En effet, la calotte ou fragment sphéroïde de cette complémentaire, deux à deux, est composée :

1° Comme base, par la surface circulaire comprise entre les longueurs d'onde 6717 et 5035 qui est de 333 centimètres carrés. — Rayon du cercle 10,3 (OC de la fig. N et JK de la fig. M) (Planche VI); soit la base AC, fig. N.

2° Comme sommet, par la hauteur de la ligne active que présente la radiation la moins réfrangible des deux raies complémentaires à partir de la base déjà fixée AC; soit le sommet B, fig. N.

En appliquant ce système de mesurage à chacune des complémentaires deux à deux de la série de Helmholtz, nous avons obtenu les sept calottes dont nous donnons les schèmes en forme de segments pour la facilité de la démonstration. Perpendiculairement à la corde de chaque segment nous avons tracé, jusqu'à l'arc, des projections chromatiques qui sont proprement les sectionnements des nuances intermédiaires situées entre les deux raies limites des complémentaires transformées en bandes colorées. Vis-à-vis de ces segments sont placés (planche VII) leurs cercles d'origine, toujours sectionnés, mais ici par des anneaux concentriques colorés de ces mêmes nuances intermédiaires.

Les anneaux des cercles d'origine des segments sont désignés en surfaces, longueurs d'onde et rayons dans les sept tableaux suivants :

Le premier cercle complémentaire réunit les surfaces comprises entre les longueurs d'onde 6717 et 5035, soit au total 333 centimètres carrés (Tableau, page 266).

PLACEMENT DES LONGUEURS D'ONDE INTERMÉDIAIRES

SURFACES INSCRITES.	LONGUEURS D'ONDE.	RAYON.
	6717	au centre
c. q.		centim.
84	6125	5,1
133	5988	6,5
157	5872	7,0
171	5803	7,3
177	5775	7,5
179	5767	7,55
333	5035 (extrême)	10,2

Le deuxième cercle complémentaire réunit les surfaces comprises entre les longueurs d'onde 6215 et 5010, soit au total 254 centimètres carrés (Tableau page 266).

PLACEMENT DES LONGUEURS D'ONDE INTERMÉDIAIRES

SURFACES INSCRITES.	LONGUEURS D'ONDE.	RAYON.
	6215	au centre
c. q.		centim.
49	5988	3,9
73	5872	4,8
87	5803	5,2
93	5775	5,4
95	5767	5,5
249	5035	8,9
254	5010 (extrême)	9,0

Le troisième cercle complémentaire réunit les surfaces comprises entre les longueurs d'onde 5988 et 4966, soit au total 214 centimètres carrés (Tableau page 266).

PLACEMENT DES LONGUEURS D'ONDE INTERMÉDIAIRES

SURFACES INSCRITES.	LONGUEURS D'ONDE.	RAYON.
	5988	au centre
c. q.		centim.
24	5872	2,7
38	5803	3,4
44	5775	3,74
45	5767	3,78
200	5035	7,9
205	5010	8,0
215	4966 (extrême)	8,2

Le quatrième cercle complémentaire réunit les surfaces comprises entre les longueurs d'onde 5872 et 4933, soit au total 197 centimètres carrés (Tableau page 266.)

PLACEMENT DES LONGUEURS D'ONDE INTERMÉDIAIRES

SURFACES INSCRITES.	LONGUEURS D'ONDE.	RAYON.
	5872	au centre
c. q.		centim.
14	5803	2,1
20	5775	2,5
22	5767	2,6
176	5035	7,4
181	5010	7,58
191	4966	7,8
197	4933 (extrême)	7,9

Le cinquième cercle complémentaire réunit les surfaces comprises entre les longueurs d'onde 5803 et 4753, soit au total 222 centimètres carrés (Tableau page 266).

PLACEMENT DES LONGUEURS D'ONDE INTERMÉDIAIRES

SURFACES INSCRITES.	LONGUEURS D'ONDE.	RAYON.
	5803	au centre
c. q.		centim.
6	5775	1,38
8	5767	1,6
162	5035	7,17
167	5010	7,28
177	4966	7,5
184	4933	7,65
222	4753 (extrême)	8,3

Le sixième cercle complémentaire réunit les surfaces comprises entre les longueurs d'onde 5775 et 4726, soit au total 222 centimètres carrés (Tableau page 266).

PLACEMENT DES LONGUEURS D'ONDE INTERMÉDIAIRES

SURFACES INSCRITES	LONGUEURS D'ONDE.	RAYON.
	5775	au centre
c. q.		centim.
2	5767	0,8
156	5035	7,0
161	5010	7,15
171	4966	7,3
178	4933	7,5
216	4753	8,2
222	4726	8,3

Le septième cercle complémentaire réunit les surfaces comprises entre les longueurs d'onde 5767 et 4349[1], soit au total 301 centimètres carrés (Tableau page 266).

PLACEMENT DES LONGUEURS D'ONDE INTERMÉDIAIRES

SURFACES INSCRITES.	LONGUEURS D'ONDE.	RAYON.
	5 767	au centre
c. q.		centim.
153	5 035	6,97
159	5 010	7,05
169	4 966	7,25
176	4 933	7,45
214	4 753	8,15
220	4 726	8,3
301	4 349 (extrême)	9,8

§ III. — *Les projections dans l'espace des sept complémentaires, comprises entre les longueurs d'onde 6717 et 5035, 6125 et 5010, 4988 et 4966, 5872 et 4933, 5803 et 4753, 5775 et 4726, 5767 et 4439, dans les rapports qu'elles ont avec les travaux de la physique optique et de la psychophysique. Mécanisme physiologique de ces projections.*

La méthode que nous avons suivie pour la détermination des sept cercles émanant, des sept projections dans l'espace des complémentaires deux à deux, ne contient rien d'arbitraire, puisque nous avons scrupuleusement rapporté les mesures que nous donnait une série d'assemblages de raies doubles spectrales produisant une sensation blanche à la vision, sensation blanche envisagée sous les différents aspects que scientifiquement l'illustre Helmholtz

1. Voir la note du tableau, page 266.

a précisés avec la rigueur d'expérimentation dont il est coutumier.

Aussi, sans oublier que le but que nous voulons atteindre est de démontrer que parmi les formes nombreuses que prend la lumière, pour voyager dans l'espace, ce sont celles qui s'approchent le plus de la perfection géométrique qui sont les plus esthétiques, nous dirons que si l'idée nouvelle qui domine dans la présentation schématique de ces sept doubles raies complémentaires deux à deux, — la forme en mouvement de l'éther lumineux, — est l'expression vraie de ce qui se passe dans la nature, nous ne pouvons craindre de considérer ces projections comme une sorte de critérium que nous allons essayer de faire cadrer avec maints travaux de l'optique physique, de la physiologie et de la psychophysique, ce qui nous permettra, dans le cours des épreuves que nous ferons subir à nos projections, de recueillir des indices nous autorisant à fournir des explications, absolument inédites, sur le mécanisme rétinien qui occasionne l'effet physiologique inhérent aux couleurs complémentaires.

C'est ainsi que nous allons démontrer.

1° Que ces cercles, dans les rapports de surface qu'ils ont entre eux, sont en harmonie : 1° avec les expériences concernant l'éclat relatif des couleurs du spectre solaire d'après la série de mesures faites sur différentes régions spectrales par Viérordt, Fraunhofer etc., etc., mesures qui placent le maximum d'intensité lumineuse dans la raie jaune un peu plus réfrangible que la raie D; 2° avec le maximum de l'énergie solaire absolue de la lumière (intensités calorifiques de Langley), point du spectre qui est également le maximum de sensibilité et d'acuité visuelle selon A. Charpentier; 3° avec la courbe de la sensibilité lumineuse brute telle que l'a tracée A. Charpentier et qui atteint son maximum dans la région verte voisine du bleu ($\lambda = 0\mu,500$), longueur d'onde qui représente la couleur spectrale fatiguant le moins la rétine.

2° Que ces cercles, dans les rapports de surfaces qu'ils ont entre eux, fournissent des valeurs mesurables qui appuient la loi de la tension de Delbœuf (*Éléments de psychophysique générale et spéciale*, 1883).

3° Que l'étude des complémentaires, dans le sens où nous la poursuivons, dénonce les propriétés pondérales de la lumière ainsi que le caractère mécanique de l'excitation rétinienne (or, poids et pression sont des phénomènes adéquats).

4° Que la sensation visuelle blanche est produite par la forme totalement hémisphérique ou partiellement hémisphérique, mais de mesure, de la lumière, et que les complémentaires sont précisément ces portions d'hémisphère constituées invariablement *d'un choix de radiations* détenant le *maximum d'aise visuel* et situé dans un endroit de l'aire contractile rétinienne où l'*exercice de la lumière* s'opère *le plus parfaitement*.

§ IV. — *Démonstrations 1, 2, 3, 4.*

Explications préalables. — Les démonstrations que nous avons divisées en quatre parties, à la page précédente, sont d'une telle importance quant à accréditer notre conception de forme lumière auprès du lecteur, et le succès ou l'acceptation de cette création scientifique est si bien attaché aux dispositions arrêtées avant la lettre afin de rendre intelligible et manifeste cette quadruple opération, d'où doit sortir l'évidence, que nous n'hésiterons pas visant ce dessein, à nous servir de tous les ressorts inhérents aux méthodes d'investigations les plus hardies à la condition toutefois que ces moyens restent toujours exacts et raisonnables. C'est ainsi que nous allons commencer par demander qu'on veuille bien en-

tendre nos explications quant à considérer les complémentaires de Helmholtz, non pas comme composés de deux raies de longueur d'onde déterminée, mais de toute la série des radiations comprises entre les limites radiales sept fois désignées.

On sait que l'un et l'autre de ces moyens d'opérer donnent des résultats analogues quant à l'effet physiologique visuel. Les sensations sont également blanches. Nous avons d'ailleurs fait voir que les espaces intermédiaires entre ces deux raies prises pour être complémentaires, se transformaient avant et pendant le contact rétinien en variations chromatiques sans discontinuité (spectre de bande). Or, dans l'expérience qui consiste à prendre toutes les raies spectrales visibles entre les limites des mesures des longueurs d'onde prises pour être complémentaires, la variation chromatique demeure la même, avec cette différence qu'on peut y constater un grand nombre de raies inactives absentes dans les spectres de bande. Seulement la multiplicité de ces lignes, alternativement brillantes et obscures, produit une action simultanée sur l'œil qui ne perçoit alors que des nuances et ne distingue point les raies.

Mais nous avons une autre raison qui rend le choix entre ces deux procédés de produire du blanc par des complémentaires sans portée préjudiciable ou avantageuse ; ce sont les valeurs lumineuses qui, dans les deux cas, malgré des différences d'intensité, gardent néanmoins une rigoureuse proportionnalité.

En effet, que la luminosité totale s'affaiblisse à tous les degrés, l'espace où se continue la chromatique, par raies ou par bande, montre invariablement des dégradations qui, toutes, harmonisent leur intensité lumineuse avec l'affaiblissement précité.

Donc, puisque la plus grande partie de ce qui pouvait paraître conventionnel, dans le choix de toute la série des radiations comprises entre les limites radiales sept fois désignées par Helmholtz, est, dès à présent, expliquée et rendue rationnelle par le raisonne-

ment qui précède ces lignes, nous allons, toujours pour la franchise et la clarté des démonstrations en question, continuer par un exercice qu'il est bien difficile d'exécuter succinctement sans quelque témérité. Il s'agit de rapporter, dans une note vive, la conception que nous avons formée sur la lumière.

*
* *

Ces vues sont développées dans notre essai sur la recherche de la nature de la lumière et sont aussi peu hypothétiques que la science de ce temps le permet. Dans cet ouvrage, nous admettons que la constitution des corps matériels est faite de deux éléments : l'un, les atomes (77 connus jusqu'à ce jour), à face plane et à angles saillants, l'autre, un fluide élastique remplissant les infiniment petits espaces entre les atomes, ainsi que ceux infiniment grands entre les énormes agglomérations de matières atomiques, c'est-à-dire entre les planètes. Ce fluide qui n'est autre que l'éther des physiciens nous le nommons elluth [1].

Les atomes sont discontinus, indivisibles et indéformables ; l'elluth est continue et essentiellement déformable. Les associations d'atomes de différentes espèces déterminent une contraction volumétrique de la matière, les dissociations une dilatation. D'autres phénomènes physiques et mécaniques sont passibles d'effets semblables dont l'économie est de rendre libre ou de faire acquérir à la masse matérielle, dans un temps d'une durée variable, la quantité d'elluth nécessaire pour que les changements de volume s'opèrent. De la rapidité avec laquelle les atomes perdent ou acquièrent l'el-

1. Ce mot est composé d'après une méthode que l'on trouvera décrite tout au long dans notre étude sur la nature physique de la lumière : *el*, électricité ; *lu*, lumière ; *th*, therme, chaleur (du grec *thermos*).

luth les enveloppant dépend le phénomène de la lumière, lequel existe seulement lorsque le passage d'un point à un autre, ou mieux le déplacement, de cet élément interatomique et interplanétaire se fait avec une vitesse moyenne de trois cent mille kilomètres à la seconde. C'est la plus grande activité des contractions et des dilatations de la matière. Ce travail est dit instantané.

La contraction instantanée d'une agglomération atomique provoque, en résumé, une dispersion elluthique qui est lumineuse et dont le mode de propagation est émissif. Cette émission est ordonnée par chacune des faces atomiques et la superficie de ces faces règle la vitesse des déperditions elluthiques sous forme de filets ou fils lumineux ayant pour diamètres ceux des surfaces atomiques d'où ils sont nés (surfaces rapportées à autant de cercles).

D'après des considérations scientifiques que nous avons amplement précisées dans l'ouvrage cité antérieurement (et ces développements manquent complètement ici parce qu'il est impossible d'écourter en quelques lignes une longue dissertation), nous établissons :

1° Que les atomes ont des volumes variant comme les poids atomiques (théorie atomique de A. Wurtz);

2° Que les surfaces atomiques ont une unique étendue (interprétation de la loi de Dulong et Petit);

3° Que chacun des atomes possède une quantités de faces que l'on peut évaluer à cent (énumération théorique des raies spectrales visibles et invisibles).

Il suit de là qu'en moyenne les fils lumineux, déterminés par les faces atomiques, peuvent avoir pour diamètre le diamètre d'un cercle ayant pour surface le centième de la superficie totale d'un atome, soit environ de 200 millionièmes de millimètre (0,000,000,000,02). Cette étourdissante petitesse diamétrale donne le pourquoi des émissions lumineuses en tous sens. L'incalculable

quantité de filets lumineux qu'émettent, par exemple, les atomes situés à la superficie d'une tête d'épingle ordinaire [1] laisse apercevoir à l'esprit comment, des quatre coins de l'horizon, peut nous arriver des sensations de lumière sans que ces activités elluthiques, de direction opposée, se neutralisent. Les entre-croisements de ces fils amènent certainement des heurts, des rencontres qui sont des sujets d'annihilation, mais sans doute une petite fraction seulement subit ce sort et le reste passe. En fait, le sacrifice d'une partie est nécessaire pour la libre circulation du plus grand nombre.

On doit voir qu'une des particularités originale de notre théorie consiste à donner à l'elluth-lumière une infinie division filiforme pour voyager à travers l'*elluth* pleine des espaces non atomés interstellaires ou atomés et transparents des atmosphères planétaires. Mais encore une fois, qu'on sache bien de quelles grandeurs d'une petitesse réellement infinitésimale, il s'agit ici; le diamètre des fils-lumière n'a de comparable, pour l'énormité de sa réduction, que les quantités de ces filets émis par un corps de volume même micronien. C'est dire dans quel monde, sans doute à jamais hors des indiscrétions microscopiques, nous dirigeons notre pensée lorsque nous exprimons nos vues sur la propagation instantanée de l'elluth.

Lorsqu'un flot elluthique, violemment projeté hors d'une masse atomique quelconque, se propage dans l'espace avec une vitesse de 300,000 kilomètres à la seconde, cette lumière, de constitution filiforme, prend, pour voyager dans l'espace, l'ordre de rangement suivant : tous les filets lumineux, fournis par le nombre de faces d'un seul atome, se groupent selon la loi centripète qui assigne aux

1. Si l'on voulait compter, dit M. Gaudin, dans l'*Architecture du Monde des atomes,* le nombre des atomes contenus dans une grosse tête d'épingle, en en détachant chaque seconde par la pensée un milliard, soit mille millions, il faudrait continuer cette opération pendant plus de *deux cent cinquante mille ans*, exactement 253 678 ans.

activités maxima le centre et aux activités minima extrêmes la périphérie. Si bien que le faisceau de lumière total est composé d'autant de groupes qu'il y a d'atomes dans la masse atomique en question.

Tant que la propagation de la lumière s'opère dans le vide, la marche de la lumière, par groupe de fils émis par un seul atome et rangés par ordre centripète, est maintenue. Il n'en est pas de même lorsque cette émission rencontre des milieux atomés qui lui font obstacle. Ces accidents placés sur le passage de la lumière, ont pour effet, ou de la décomposer comme dans le prisme, les réseaux et l'eau en gouttelettes, ou bien d'obliger l'ordre de rangement centripète, par groupes de fils-lumière appartenant à un seul atome, à se transformer en assemblages de groupes (groupe de lumière est entendu pour l'avenir dans le sens de réunion de tous les fils d'un seul atome se rangeant par ordre centripète, et assemblage est pris pour une association de plusieurs groupes dont tous les fils-lumière prennent également l'ordre infligé par la force centripète).

Le phénomène de dispersion (décomposition) se produit toutes les fois qu'un faisceau lumineux franchit un obstacle (corps transparent, solide, liquide ou gazeux), tel que les fils-lumière les plus actifs composant le faisceau ont le plus court chemin atomé à parcourir. Les raies visibles, dans le spectre solaire, sont la conséquence de ce travail mécanique des variantes actives d'un rayon lumineux. Dans ces conditions, chaque raie spectrale est formée de points circulaires ayant pour diamètre deux cents millionnièmes de millimètre et provenant tous de faces atomiques d'égale surface, conséquemment capables d'émettre des fils-lumière doués d'une vitesse active identique. Si nous supposons les points circulaires, ci-dessus mesurés, situés à des distances semblables, une raie spectrale quelconque doit contenir une quantité de fils-lumières proportionnelle à l'épaisseur de chacune de ces lignes brillantes fixes.

Nous avons dit que les accidents, c'est-à-dire les milieux atomés placés sur le passage de la lumière, avaient pour effet d'obliger les fils lumineux rangés par groupes à prendre un ordre plus resserré, l'ordre des assemblages. Ce phénomène d'association de groupes, — outre qu'il pourrait être attesté par des expériences nombreuses si toutefois on voulait interpréter certains faits physiques dans un sens plus libre des préjugés de la science dogmatique de ce temps, — est dépendant des lois de la mécanique que nous allons préciser.

Bien entendu, nous admettons que les fils-lumière, quand ils traversent un milieu atomé dont la constitution permet cette libre circulation, sont en réalité des forces vives qui subissent des pressions. Or, « observons, dit M. Boussinesq, dans ses *Leçons synthétiques de mécanique générale*, 1889, qu'une pression ne se compose pas de forces toutes répulsives ou toutes attractives, mais d'un nombre très considérable d'actions de ces deux espèces ». Il est facile de contrôler cette loi des pressions quant aux actions répulsives dont est passible un faisceau lumineux traversant un milieu atomé transparent. En effet, un rayon de lumière partant d'un point quelconque et dirigé dans l'air, par exemple, se diffracte. Et comme nous sommes témoins de l'élargissement progressif du faisceau, il n'est pas possible que ce phénomène de répulsion des forces, d'où la diffraction tire son origine, n'engendre pas simultanément une action attractive que nos yeux ne peuvent apercevoir, mais que nous savons inséparables de l'action initiale de répulsion, quoique contraire dans ses résultats mécaniques.

Cette action attractive est précisément la cause de la transformation des groupes-lumière (ordre d'émission de la lumière dans les milieux interstellaires ; vide) en assemblages (réunion de groupes dont les radiations se rangent selon l'ordre imposé par la force centripète) dont l'importance ou le volume varierait selon l'indice de réfraction des corps, si nous en croyons les déductions suivantes:

On connaît la loi de Gladstone ; l'excès de réiraction n-1, dû à la présence de molécules susceptibles de se rapprocher ou de s'éloigner, serait proportionnel à leur nombre, c'est-à-dire à la densité. On sait aussi que la diffraction est une réfraction dans tous les sens, une sorte de réfraction circulaire. S'il en est ainsi, la loi de Gladstone, qui est applicable à la réfraction, régit aussi la diffraction, laquelle, dans ce cas, croît proportionnellement au nombre des molécules contenus dans un milieu atomé, traversé par la lumière. Or, nous avons vu précédemment que ce phénomène de répulsion des forces ne peut se produire sans un acte attractif qui, selon toute vraisemblance, dans un faisceau lumineux, doit se résoudre par l'union ou la communion d'une certaine quantité de groupes-lumière, tendant à la formation d'assemblages. La conséquence est donc, que, la diffraction (action répulsive) étant inséparablement liée avec la formation des assemblages (action attractive), ce dernier phénomène tombe naturellement comme le premier sous la dépendance de la loi de Gladstone, laquelle règle alors le volume de ces groupes associés et formés selon l'ordre centripète.

*
* *

Les données qui précèdent concernant la lumière terminent la partie physique, qu'il est indispensable de connaître de notre théorie pour saisir les démonstrations ultérieures. Cependant il reste à élucider un phénomène non classé et qui est le point de liaison entre la lumière qui voyage dans l'espace et l'œil qui reçoit l'excitation.

En effet, nous avons dit antérieurement que la lumière solaire était celle que nous choisissions de préférence pour nos expériences. Rappelons que son action directe sur l'œil est pernicieuse et que l'organe visuel est fait pour supporter les énergies lumineuses indi-

rectes; celles que les corps nous renvoient par réflexion. La lumière émise par le soleil traverse donc les espaces interplanétaires, les régions atmosphériques, frappe les objets terrestres et arrive enfin à nos yeux. Dans ce trajet, la lumière solaire subit des modifications; d'abord par suite de l'absorption des corps transparents qu'elle parcourt : ces modifications portent sur la transformation des raies spectrales, sur leur déplacement. Puis, en sus de cette modification physique, il s'opère encore dans la masse lumineuse un travail mécanique dont nous connaissons le jeu ; les groupes-lumière deviennent des assemblages. Or, c'est ici qu'il convient de faire ressortir le point de liaison qui existe entre la lumière qui voyage dans l'espace et l'œil qui reçoit l'excitation et d'en déterminer, s'il se peut, le rôle essentiel tant physique que physiologique.

Le phénomène auquel nous faisons allusion est tellement difficile à prouver scientifiquement que nous ne voyons, pour en démontrer l'existence, que le succès et les étonnants résultats de nos expériences ultérieures concernant les complémentaires, les harmonies de couleur et les contrastes. C'est une pièce de notre échafaudage théorique dont l'appui expérimental direct manque jusqu'à présent, sans constituer cependant une lacune, puisque nous pouvons invoquer qu'un précédent dans les sciences modernes a pour ainsi dire consacré la méthode de démonstrations en question. En effet, nous avons suivi en cela le raisonnement de M. Berthelot qui, dans l'introduction de son *Essai de mécanique chimique*, après avoir avoué son impuissance à démontrer par la voie directe expérimentale les mouvements insensibles développés pendant les actions chimiques, a eu recours au moyen détourné que les lignes suivantes mettent nettement au jour. L'éminent chimiste a écrit : « La question ne saurait être décidée que par voie indirecte ; je veux dire par la conformité des expériences avec les résultats prévus

par la théorie. Réciproquement, une telle conformité étant supposée établie, » etc., etc.

Bref, voici en quoi réside le phénomène pour lequel nous demandons, quant à son existence, la même indulgence scientifique réclamée naguère par M. Berthelot pour les mouvements chimiques des atomes. Il s'agit d'admettre que les transformations mécaniques que subit le lumière (après son passage dans différents corps transparents, son contact avec des surfaces matérielles qui la réfléchissent et sa transmission à travers les milieux dioptriques de l'œil) sont exactement suffisantes pour que chaque assemblage né d'un nombre de groupes de lumière mariés ensemble par attraction, emplisse — réunies que sont les radiations de l'assemblage par ordre centripète — la parfaite totalité du minimum rétinien excitable à la lumière, dont l'étendue a été fixée, après consultation des travaux de H. Müller et de Kölliker, à $0^{mm},00365$, correspondant à une valeur de 50″ pour l'angle visuel.

*
* *

Et maintenant que nous avons considéré isolément tous les éléments qui font corps dans notre conception de la lumière, c'est-à-dire expliqué les influences modificatrices que subit un rayon lumineux partant de son foyer primitif et se heurtant à la surface de la rétine humaine, nous allons passer immédiatement aux démonstrations relatives à la concordance des sept cercles des complémentaires, dont les longueurs d'onde ont été mesurées deux à deux par de Helmholtz, avec les travaux fixant les points des intensités lumineuses, d'acuité, de maximum de sensibilité visuelle, de sensibilité lumineuse et de fatigue rétinienne. De plus, ces démonstrations doivent dénoncer, nous le répétons, les propriétés pondérales

de la lumière, le caractère mécanique de l'excitation de la membrane nerveuse de l'œil et tendre enfin à ce but, non atteint jusqu'alors (d'un intérêt capital au point de vue esthétique) qui consiste à dire pourquoi les complémentaires sont harmoniques et en vertu de quel principe.

*
* *

Première démonstration. — Les sept cercles complémentaires dont nous avons donné les surfaces respectives représentent, comme on sait, autant d'émissions lumineuses dans l'espace arrêtées par une surface plane non déformable et placée à angle droit. C'est en quelque sorte les projections planes des complémentaires.

Or, ces projections, quand elles se font sur une substance ayant la propriété de s'infléchir sous l'effort des activités radiales de la lumière par suite d'une flexibilité très développée (contractilité rétinienne), ces projections, disons-nous, prennent la forme particulièrement dérivée de la sphère, comme nous l'avons expliqué et comme on peut le voir par les tracés de nos schèmes.

Si, pour débuter, nous voulons lier solidement notre conception théorique de la lumière et les tracés schématiques en question, nous devons considérer que la lumière étant composée de fils lumineux ayant des activités variées, la marche dans l'espace d'un assemblage de groupes lumineux — capable d'emplir le minimum rétinien excitable, après avoir traversé les milieux dioptriques — s'effectuera par le moyen d'une infinité de traits rangés par ordre centripète, qui, arrêtés dans leur course par un corps opaque (placé perpendiculairement aux traits) marqueront cette *surface-obstacle* d'autant de points circulaires colorés d'un diamètre d'environ deux cent millionièmes de millimètres.

Ces conditions étant définies, nous allons expliquer pourquoi

les fils-lumière, constituant les sept fragments sphéroïdes donnant chacun la chromatique d'une composition lumineuse complémentaire et projeté sur la rétine, tracent une image colorée circulaire dont la surface reste identique, aussi bien quand ils se heurtent à la membrane élastique sensible de l'œil que lorsqu'ils frappent perpendiculairement un corps plan indéformable.

Pour cela, considérons un fil-lumière dans le cas où il frappe

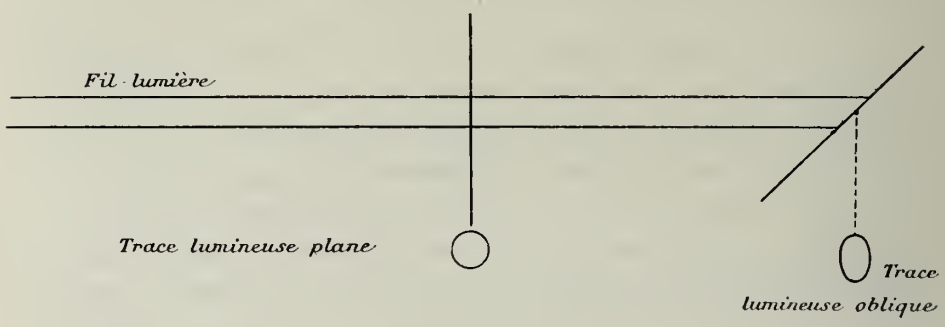


Fig. 19.

perpendiculairement une surface indéformable et celui où il rencontre obliquement cette même surface. Le dessin ci-dessus montre que la superficie de la tache colorée produite par le heurt du fil-lumière est augmentée dans le cas de la rencontre oblique.

Il en résulte que toute rencontre du fil-lumière avec un corps de forme quelconque, non rigoureusement plan et perpendiculaire à ce fil, aura pour conséquence d'augmenter la surface de la trace primitive dessinée par la lumière colorée. La trace, de régulièrement circulaire qu'elle était, s'allongera sous forme d'ellispe.

Examinons maintenant si ce phénomène se poursuit tel, quand ce même fil-lumière rencontre la surface concave rétinienne.

Nous pensons nous être étendu assez longuement sur les aptitudes élastiques de la rétine et sur l'action mécanique de la lumière,

quant à la cause de l'excitation visuelle, pour que nous n'ayons pas besoin de faire à cette place un copieux rappel à la mémoire du lecteur. En quelques mots, c'est la force vive de la lumière qui agit par la pression sur les éléments rétiniens, lesquels sont de nature déformable, molle, élastique. Et c'est précisément cette faculté de flexibilité qui permet à la membrane nerveuse de l'œil de reprendre son équilibre naturel une fois l'équilibre de tension rompu ou rendu nul par défaut d'excitant, autrement dit, lorsque la lumière cesse d'agir. Mais chaque fil-lumière, puisqu'il provoque l'excitation visuelle par la pression qu'il exerce sur les cônes, les bâtonnets et les différentes couches contractiles de la rétine, pèse conséquemment quelque chose. Or, voilà la question : Comment ce poids déforme-t-il la rétine, ou plutôt quel est le mode de déformation qui doit prévaloir dans ces conditions?

Raisonnons, s'il vous plaît. — Théoriquement, nous admettons, d'après ce que nous venons d'expliquer, que chaque fil pèse et déforme. Il s'ensuit que c'est la multiplicité de ces déformations de deux cents millionièmes de millimètres de diamètre, qui, en bloc, constitue l'excitation. Mais chacun de ces fils-lumière, qui par son poids modifie la forme de la substance flexible, pénètre exactement dans le corps d'un tel élément à la façon d'une barre rigide cylindrique s'introduisant dans le cœur d'une matière compressible ayant pour propriété essentielle de se prêter à toutes les déformations occasionnelles pour reprendre ensuite, dans le repos, sa figuration naturelle.

Remarquez bien qu'il ne s'agit plus ici de cette impénétrable hypothèse basée sur les ondulations et qui veut que le nerf optique vibre avec la même fréquence que l'éther lumineux (théorie de Young). Pour nous, les couches contractiles de la rétine se déforment sous l'effort pondéral de la lumière et cette modification s'opère comme un moulage; l'image de la lumière — *sa forme* — se

moule exactement dans la substance contractile (ou myoplasma). Et que cette aptitude rétinienne n'étonne personne, la matière organisée est susceptible de se plier à toutes les fonctions ; elle varie ses combinaisons mécaniques, véritables appareils pour sentir les forces physiques, comme elle crée des liquides qui dissocient chimiquement des matériaux assimilables afin de constituer des cellules appropriées qui s'emploient à la réfection continue des usures animales.

Mais revenons à notre thèse et résumons ces dernières pages. La lumière qui heurte la rétine ne subit jamais de déformation, le fil-lumière reste constamment le petit cylindre qu'il était au départ du corps éclairant qui l'a émis, partant le mode de déformation qui prévaut pour la rétine ne laisse de prise à aucune ambiguïté et les fils-lumière, constituant les sept fragments sphéroïdes donnant chacun la chromatique d'une composition lumineuse complémentaire et projetée sur la rétine, tracent une image colorée circulaire dont la surface reste la même aussi bien quand ils se heurtent à la membrane élastique de l'œil que lorsqu'ils frappent perpendiculairement un corps plan indéformable.

Pour faire une étude des complémentaires, d'après les principes qui découlent des théories de la lumière et de la vision que nous venons d'exposer, il faut que nous portions nos observations, d'une part, sur l'action pondérale de la lumière, et, d'autre part, sur le jeu de la rétine pendant l'excitation. Or, les sept calottes, repésentant la projection des complémentaires sur la rétine sont formées, dans leur proportion, c'est-à-dire quant aux rapports de surface et de poids qu'elles ont entre elles, des capacités physiologiques de la rétine se réduisant, en somme, à des conditions organiques qui commandent à la constitution physique de différentes compositions colorées, de telle sorte que la même sensation blanche soit sept fois perçue par le cerveau.

En effet, quand on compare entre elles les sept surfaces circulaires qui ont été le point de départ de la mise en œuvre de nos constructions schématiques montrant la projection dans l'espace de la série des sept complémentaires deux à deux de Helmholtz, on y peut observer des dimensions correspondant, comme nous l'avons noté antérieurement, avec les chiffres trouvés par ce savant comme rapport des longueurs d'onde de ces mêmes couleurs complémentaires. Mais bien que ceci intéresse déjà, en ce sens que cette concordance sanctionne ces surfaces au préalable, ce qui attire surtout l'attention, c'est le pressentiment que ces dimensions vous donnent pourvu que vous ayez quelques notions de physiologie visuelle et d'optique physique; on devine immédiatement que le secret des conditions organiques désignées plus haut est détenu par ces surfaces variées que nous rapportons ci-dessous :

1re complémentaire	. . . . .	333
2e —	. . . . .	254
3e —	. . . . .	214
4e —	. . . . .	197
5e —	. . . . .	221
6e —	. . . . .	221
7e —	. . . . .	301

Si le lecteur veut bien examiner les traits tracés sur le tableau, page 266, indiquant l'espacement spectral que prend chacune des complémentaires, il verra que la surface du quatrième cercle qui est de 197 seulement, ou la plus petite de toutes, correspond à peu près aux radiations avoisinant les régions physiologiquement moyennes du spectre solaire. Par suite, la succession des chiffres, allant en s'augmentant en haut et en bas à partir de cette surface centrale 197, fait préjuger que le minimum superficiel rétinien excitable à la lumière est d'autant plus réduit qu'il est originaire d'une complémentaire constituée de raies spectrales où se trou-

vent le mieux réparties les longueurs d'onde 0,500 (fatigue visuelle); 0,560 (intensité lumineuse); 0,575 (énergie solaire). On constate encore *de visu* que ces surfaces ont *a priori* des attaches sympathiques avec les lois psychophysiques formulées par Delbœuf.

Seulement il fallait changer ces impressions, que les dimensions de ces cercles procurent assurément à tout initié, c'est-à-dire au lecteur qui a compris nos explications antérieures, en certitude, et pour cela nous n'avons pas hésité à entreprendre le travail qui va suivre. Notre théorie de la vision s'inspirant complètement des lois de la mécanique biologique, nous avons considéré que la lumière étant un élément non immatériel dynamisé, c'est-à-dire un phénomène capable de pression, nous devions observer ses agissements pondéraux, quant à la rétine qui s'excite sous l'effort de cette pression. Et nous avons exécuté ce projet en nous basant sur les considérations que nous allons rapporter.

Il s'agissait d'abord de déterminer la valeur pondérale des raies actives contenues dans la totalité du spectre normal solaire. Puis, comme les espaces spectraux, entre les deux limites des complémentaires sont exactement rapportés dans tous les cercles, il fallait fixer le poids total de chacun de ces cercles précisément d'après les valeurs pondérales des raies actives du spectre normal en question. Enfin, avec ces données, nous devions arriver à trouver le poids-lumière de chacune des calottes qu'engendre la projection sur la rétine de toutes les raies brillantes comprises entre les mesures des longueurs d'onde des sept complémentaires de Helmholtz.

Ces différents problèmes ont été résolus en prenant pour base les éléments calculables suivants :

Nous avons divisé le spectre normal solaires en 1 000 parties égales, soit 1 000 raies brillantes; les plus lourdes de ces raies étant les plus actives ou les moins réfrangibles, nous avons accordé

à chacune de ces mille raies une valeur pondérale établie d'après la progression décroissante suivante :

De 1 à 730	1
De 730 à 784	5
De 784 à 1 000	4
	1 000

Mais, pourquoi cette progression, se demandera-t-on, et non pas :

De 1 à 1 000 . . . . . 1 ?

730, point, où s'arrête la progression décroissante = 1, est placée dans la région terminale du bleu cyané, c'est la longueur d'onde 1781 ou 4 933, où tombe la raie la plus réfrangible des deux raies de la quatrième complémentaire. Or, à partir de cette partie spectrale bleue, c'est un fait constaté que les radiations commençent à s'affaiblir beaucoup plus rapidement et que la sensation physiologique s'atténue d'une façon beaucoup plus appréciable à l'œil de l'opérateur. Cette sensation diminue ainsi jusqu'au milieu du bleu environ, soit vers le 784, et enfin après cette limite l'épuisement radial devient si sensible, si accusé, que 80 graduation plus loin, vers 868, Helmholtz déclare cette région tellement peu intense que lors de ses travaux de mensuration de longueurs d'onde complémentaires deux à deux, il a « été obligé de réunir tous les rayons extrêmes à partir de la longueur d'onde 1 600 ». (1 600 est une mesure de longueur d'onde en millionièmes de pouce de Paris ; elle correspond à 4 322 en dix-millionième de millimètre, et 4 322 est le 868 de nos mille radiations.) Les valeurs décroissantes, que nous avons fixées pour les trois périodes désignées de la progression, sont conséquemment dictées par la sensibilité de l'œil ou l'excitabilité de la lumière. Nous ne croyons donc pas qu'un spectroscopiste puisse critiquer le tableau que nous donnons ci-après. Il est conçu selon la progression décroissante précitée.

CALCULS SUR LES VALEURS PONDÉRALES DES RADIATIONS DU SPECTRE

PROGRESSION DÉCROISSANTE

De 1 à 730	1
De 730 à 784	5
De 784 à 1 000	4
	1 000

RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.
1	1000	24	977	47	954	70	931
2	999	25	976	48	953	71	930
3	998	26	975	49	952	72	929
4	997	27	974	50	951	73	928
5	996	28	973	51	950	74	727
6	995	29	972	52	949	75	926
7	994	30	971	53	948	76	925
8	993	31	970	54	947	77	924
9	992	32	969	55	946	78	923
10	991	33	968	56	945	79	922
11	990	34	967	57	944	80	921
12	989	35	966	58	943	81	920
13	988	36	965	59	942	82	919
14	987	37	964	60	941	83	918
15	986	38	963	61	940	84	917
16	985	39	962	62	939	85	916
17	984	40	961	63	938	86	915
18	983	41	960	64	937	87	914
19	982	42	959	65	936	88	913
20	981	43	958	66	935	89	912
21	980	44	957	67	934	90	911
22	979	45	956	68	933	91	910
23	978	46	955	69	932	92	909

RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.
93	908	134	867	175	826	216	785
94	907	135	866	176	825	217	784
95	906	136	865	177	824	218	783
96	905	137	864	178	823	219	782
97	904	138	863	179	822	220	781
98	903	139	862	180	821	221	780
99	902	140	861	181	820	222	779
100	901	141	860	182	819	223	778
101	900	142	859	183	818	224	777
102	899	143	858	184	817	225	776
103	898	144	857	185	816	226	775
104	897	145	856	186	815	227	774
105	896	146	855	187	814	228	773
106	895	147	854	188	813	229	772
107	894	148	853	189	812	230	771
108	893	149	852	190	811	231	770
109	892	150	851	191	810	232	769
110	891	151	850	192	809	233	768
111	890	152	849	193	808	234	767
112	889	153	848	194	807	235	766
113	888	154	847	195	806	236	765
114	887	155	846	196	805	237	764
115	886	156	845	197	804	238	763
116	885	157	844	198	803	239	762
117	884	158	843	199	802	240	761
118	883	159	842	200	801	241	760
119	882	160	841	201	800	242	759
120	881	161	840	202	799	243	758
121	880	162	839	203	798	244	757
122	879	163	838	204	797	245	756
123	878	164	837	205	796	246	755
124	877	165	836	206	795	247	754
125	876	166	835	207	794	248	753
126	875	167	834	208	793	249	752
127	874	168	833	209	792	250	751
128	873	169	832	210	791	251	750
129	872	170	831	211	790	252	749
130	871	171	830	212	789	253	748
131	870	172	829	213	788	254	747
132	869	173	828	214	787	255	746
133	868	174	827	215	786	256	745

RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.
257	744	298	703	339	662	380	621
258	743	299	702	340	661	381	620
259	742	300	701	341	660	382	619
260	741	301	700	342	659	383	618
261	740	302	699	343	658	384	617
262	739	303	698	344	657	385	616
263	738	304	697	345	656	386	615
264	737	305	696	346	655	387	614
265	736	306	695	347	654	388	613
266	735	307	694	348	653	389	612
267	734	308	693	349	652	390	611
268	733	309	692	350	651	391	610
269	732	310	691	351	650	392	609
270	731	311	690	352	649	393	608
271	730	312	689	353	648	394	607
272	729	313	688	354	647	395	606
273	728	314	687	355	646	396	605
274	727	315	686	356	645	397	604
275	726	316	685	357	644	398	603
276	725	317	684	358	643	399	602
277	724	318	683	359	642	400	601
278	723	319	682	360	641	401	600
279	722	320	681	361	640	402	599
280	721	321	680	362	639	403	598
281	720	322	679	363	638	404	597
282	719	323	678	364	637	405	596
283	718	324	677	365	636	406	595
284	717	325	676	366	635	407	594
285	716	326	675	367	634	408	593
286	715	327	674	368	633	409	592
287	714	328	673	369	632	410	591
288	713	329	672	370	631	411	590
289	712	330	671	371	630	412	589
290	711	331	670	372	629	413	588
291	710	332	669	373	628	414	587
292	709	333	668	374	627	415	586
293	708	334	667	375	626	416	585
294	607	335	666	376	625	417	584
295	706	336	665	377	624	418	583
296	705	337	664	378	623	419	582
297	704	338	663	379	622	420	581

RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.
421	580	462	539	503	498	544	457
422	579	463	538	504	497	545	456
423	578	464	537	505	496	546	455
424	577	465	536	506	495	547	454
425	576	466	535	507	494	548	453
426	575	467	534	508	493	549	452
427	574	468	533	509	492	550	451
428	573	469	532	510	491	551	450
429	572	470	531	511	490	552	449
430	571	471	530	512	489	553	448
431	570	472	529	513	488	554	447
432	569	473	528	514	487	555	446
433	568	474	527	515	486	556	445
434	567	475	526	516	485	557	444
435	566	476	525	517	484	558	443
436	565	477	524	518	483	559	442
437	564	478	523	519	482	560	441
438	563	479	522	520	481	561	440
439	562	480	521	521	480	562	439
440	561	481	520	522	479	563	438
441	560	482	519	523	478	564	437
442	559	483	518	524	477	565	436
443	558	484	517	525	476	566	435
444	557	485	516	526	475	567	434
445	556	486	515	527	474	568	433
446	555	487	514	528	473	569	432
447	554	488	513	529	472	570	431
448	553	489	512	530	471	571	430
449	552	490	511	531	470	572	429
450	551	491	510	532	469	573	428
451	550	492	509	533	468	574	427
452	549	493	508	534	467	575	426
453	548	494	507	535	466	576	425
454	547	495	506	536	465	577	424
455	546	496	505	537	464	578	423
456	545	497	504	538	463	579	422
457	544	498	503	539	462	580	421
458	543	499	502	540	461	581	420
459	542	500	501	541	460	582	419
460	541	501	500	542	459	583	418
461	540	502	499	543	458	584	417

RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.
585	416	626	375	667	334	708	293
586	415	627	374	668	333	709	292
587	414	628	373	669	332	710	291
588	413	629	372	670	331	711	290
589	412	630	371	671	330	712	289
590	411	631	370	672	329	713	288
591	410	632	369	673	328	714	287
592	409	633	368	674	327	715	286
593	408	634	367	675	326	716	285
594	407	635	366	676	325	717	284
595	406	636	365	677	324	718	283
596	405	637	364	678	323	719	282
597	404	638	363	679	322	720	281
598	403	639	362	680	321	721	280
599	402	640	361	681	320	722	279
600	401	641	360	682	319	723	278
601	400	642	359	683	318	724	277
602	399	643	358	684	317	725	276
603	398	644	357	685	316	726	275
604	397	645	356	686	315	727	274
605	396	646	355	687	314	728	273
606	395	647	354	688	313	729	272
607	394	648	353	689	312	730	271
608	393	649	352	690	311		
609	392	650	351	691	310	731	266
610	391	651	350	692	309	732	261
611	390	652	349	693	308	733	256
612	389	653	348	694	307	734	251
613	388	654	347	695	306	735	246
614	387	655	346	696	305	736	241
615	386	656	345	697	304	737	236
616	385	657	344	698	303	738	231
617	384	658	343	699	302	739	226
618	383	659	342	700	301	740	221
619	382	660	341	701	300	741	216
620	381	661	340	702	299	742	211
621	380	662	339	703	298	743	206
622	379	663	338	704	297	744	201
623	378	664	337	705	296	745	196
624	377	665	336	706	295	746	191
625	376	666	335	707	294	747	186

RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.
748	181	788	0,984	829	0,820	870	0,656
749	176	789	0,980	830	0,816	871	0,652
750	171	790	0,976	831	0,812	872	0,648
751	166	791	0,972	832	0,808	873	0,644
752	161	792	0,968	833	0,804	874	0,640
753	156	793	0,964	834	0,800	875	0,636
754	151	794	0,960	835	0,796	876	0,632
755	146	795	0,956	836	0,792	877	0,628
756	141	796	0,952	837	0,788	878	0,624
757	136	797	0,948	838	0,784	879	0,620
758	131	798	0,944	839	0,780	880	0,616
759	126	799	0,940	840	0,776	881	0,612
760	121	800	0,936	841	0,772	882	0,608
761	116	801	0,932	842	0,768	883	0,604
762	111	802	0,928	843	0,764	884	0,600
763	106	803	0,924	844	0,760	885	0,596
764	101	804	0,920	845	0,756	886	0,592
765	96	805	0,916	846	0,752	887	0,588
766	91	806	0,912	847	0,748	888	0,584
767	86	807	0,908	848	0,744	889	0,580
768	81	808	0,904	849	0,740	890	0,576
769	76	809	0,900	850	0,736	891	0,572
770	71	810	0,896	851	0,732	892	0,568
771	66	811	0,892	852	0,728	893	0,564
772	61	812	0,888	853	0,724	894	0,560
773	56	813	0,884	854	0,720	895	0,556
774	51	814	0,880	855	0,716	896	0,552
775	46	815	0,876	856	0,712	897	0,548
776	41	816	0,872	857	0,708	898	0,544
777	36	817	0,868	858	6,704	899	0,540
778	31	818	0,864	859	0,700	900	0,536
779	26	819	0,860	860	0,696	901	0,532
780	21	820	0,856	861	0,692	902	0,528
781	16	821	0,852	862	0,688	903	0,524
782	11	822	0,848	863	0,684	904	0,520
783	6	823	0,844	864	0,680	905	0,516
784	1	824	0,840	865	0,676	906	0,512
		825	0,836	866	0,672	907	0,508
785	0,996	826	0,832	867	0,668	908	0,504
786	0,992	827	0,828	868	0,664	909	0,500
787	0,988	828	0,824	869	0,660	910	0,496

RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.	RADIATIONS.	POIDS.
911	0,492	934	0,400	957	0,308	980	0,216
912	0,488	935	0,396	958	0,304	981	0,212
913	0,484	936	0,392	959	0,300	982	0,208
914	0,480	937	0,388	960	0,296	983	0,204
915	0,476	938	0,384	961	0,292	984	0,200
916	0,472	939	0,380	962	0,288	985	0,196
917	0,468	940	0,376	963	0,284	986	0,192
918	0,464	941	0,372	964	0,280	987	0,188
919	0,460	942	0,368	965	0,276	988	0,184
920	0,456	943	0,364	966	0,272	989	0,180
921	0,452	944	0,360	967	0,268	990	0,176
922	0,448	945	0,356	968	0,264	991	0,172
923	0,444	946	0,352	969	0,260	992	0,168
924	0,440	947	0,348	970	0,256	993	0,164
925	0,436	948	0,344	971	0,252	994	0,160
926	0,432	949	0,340	972	0,248	995	0,156
927	0,428	950	0,336	973	0,244	996	0,152
928	0,424	951	0,332	974	0,240	997	0,148
929	0,420	952	0,328	975	0,236	998	0,144
930	0,416	953	0,324	976	0,232	999	0,140
931	0,412	954	0,320	977	0,228	1000	0,136 [1]
932	0,408	955	0,316	978	0,224		
933	0,404	956	0,312	979	0,220		

1. On remarquera que nous avons poussé le scrupule scientifique jusqu'à laisser à la millième radiation une certaine valeur active, c'est que, au contraire des radiations infra-rouge qui restent toujours invisibles, dans certaines conditions des expériences d'optique laissent voir une assez bonne étendue de la région spectrale ultra-violette.

Ce tableau va nous permettre, en suivant les valeurs pondérales qui y sont inscrites pour chacune des mille radiations spectrales, d'établir le poids : 1° de la projection hémisphérique totale du spectre normal; 2° de la projection hémisphérique des sept complémentaires assemblées; 3° des projections partiellement hémisphériques des sept complémentaires.

*
* *

Avant de commencer ces opérations, nous devons faire remarquer que notre théorie de la lumière engendre ce fait assez inconcevable *a priori* que les poids des hémisphères ou portions d'hémisphères-lumière (projections lumineuses sur la rétine) sont les mêmes que les poids des cercles correspondants (projections lumineuses, planes et perpendiculaires).

Il en est de même pour les surfaces; les projections rétiniennes et les projections planes et perpendiculaires correspondantes ont même surface-lumière.

Pour bien saisir le sens des assertions ci-dessus, supposons une bande spectrale de $7,7^{cm}$ de largeur, dans laquelle la partie visible mesurerait un mètre de longueur. Chaque demi-millimètre formerait une raie active et chaque autre demi-millimètre intercurrent une raie non active.

Figurez-vous maintenant que ces 1 000 raies actives de vitesse et de poids variés (selon la progression décroissante adoptée dans notre tableau) soient composées à leur tour chacune de 1 000 petits cylindres, auxquels on donnerait matériellement, à l'aide de substances choisies pour cet usage, des poids égaux, de telle sorte que chaque raie aurait un poids total correspondant à la progression du tableau. Ds plus, ces mille fois 1 000 petits cylindres, de même hauteur mais de poids différent d'une raie à une autre, auraient tous même volume, et ceci afin d'imiter la nature physique des fils-lumière qui ont, d'après notre théorie, des volumes semblables et varient seulement d'activité lorsqu'ils appartiennent à des raies spectrales diversement placées. Une telle construction qui n'a rien d'éthéré peut être prise pour la reproduction tangible des radiations lumineuses. On pourrait, à l'aide de ces cylindres construire

toutes espèces de compositions radiales et obtenir la surface et le poids de ces compositions, soit quand elles tombent à angle droit

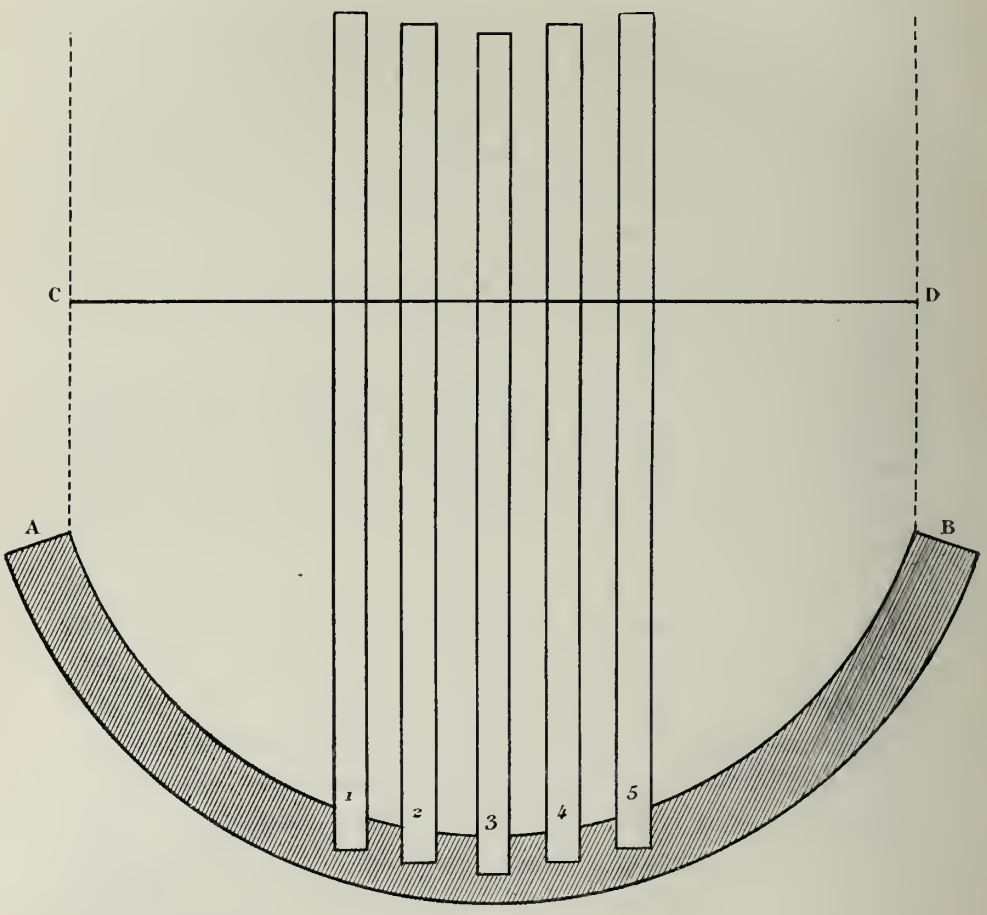


Fig. 20.

sur une surface plane ou bien sur une masse contractile de forme et d'inclinaison quelconques. Il faudrait avoir soin seulement d'ordonner ces combinaisons lumineuses de façon que les cylindres appartenant à la raie la plus lourde soient placés au centre et que les

autres cylindres, inférieurs en poids, soient échelonnés par ordre pondéral décroissant autour de ce point jusqu'à la périphérie. Cette disposition est celle qui commande la force centripète.

Un simple dessin fera comprendre à présent comment il peut se faire que la surface et le poids d'une même projection lumineuse projetée, tantôt perpendiculairement sur une surface plane indéformable ou sur une substance contractile de forme et d'inclinaison quelconques, restent invariablement les mêmes.

Soit A B une substance contractile de forme hémisphérique et 1, 2, 3, 4, 5, les petits cylindres représentant la lumière (fils-lumière) et constituant un assemblage radial. Puis C D plan circulaire et perpendiculaire aux cinq petits cylindres.

L'extrémité superficielle des cylindres aux points de contact avec A B n'est pas déformée, puisque ces cylindres s'appuient sur une surface contractile. La superficie de la circonférence de l'extrémité de chacun des cylindres restera conséquemment la même aussi bien dans ce cas que dans celui où on élèverait ces bâtons représentant la lumière sur le plan C D perpendiculaire à 1, 2, 3, 4, 5. Donc la surface d'une même composition lumineuse projetée tantôt perpendiculairement sur une surface plane indéformable C D ou sur une substance contractile A B de forme et d'inclinaisons quelconques reste invariablement la même.

Pour le poids de ces cylindres, la démonstration revient à une simple question. Si le plan circulaire C D était totalement empli par des cylindres et qu'on fasse ensuite descendre ceux-ci sur la surface hémisphérique A B, leur poids changerait-il ? Évidemment non. Donc le poids-lumière reçu par la surface de la substance contractile hémisphérique A B est le même que celui que supporte le plan circulaire C D ayant même diamètre que A B.

*
* *

Commençons par déterminer le poids de toutes les radiations du spectre normal solaire, réunies en un seul cercle dont le mélange produit du blanc à la vision.

SOMME TOTALE DES VALEURS PONDÉRALES
ATTRIBUÉES AUX 1000 RADIATIONS DU SPECTRE NORMAL
PROJETÉES A ANGLE DROIT SUR UNE SURFACE PLANE

1000 + 999 + ... + 271	266 + 261 + ... + 1	0,996 + 0,992 + ... 0,196
463.915	7 209	122,256
7.209		
122,256		
471.246,256		

Calculons ensuite le poids du cercle composé des radiations des sept complémentaires assemblées.

SOMME DES VALEURS PONDÉRALE CONTENUES
DANS LE CERCLE TOTAL DES COULEURS COMPLÉMENTAIRES :

732 + 731 + ... + 271	266 + 261 + ... + 1	996 + 992 + ... + 576
231 693	7 209	83,316
7 209		
83,316		
238 985,316		

Enfin, terminons par la fixation du poids total de chacun des cercles complémentaires.

1er CERCLE COMPLÉMENTAIRE

(De la radiation 269 à la radiation 702.)

732 + 731 + ... + 299 = 223, 702.

2e CERCLE COMPLÉMENTAIRE

(De la radiation 379 à la radiation 709.)

662 + 621 + ... + 295 = 151, 267.

3e CERCLE COMPLÉMENTAIRE

(De la radiation 442 à la radiation 721.)

559 + 558 + ... + 280 = 117, 460.

4e CERCLE COMPLÉMENTAIRE

(De la radiation 473 à la radiation 730.)

558 + 527 + 526 + ... + 271 = 103, 071.

5e CERCLE COMPLÉMENTAIRE

(De la radiation 492 à la radiation 780.)

$$\begin{array}{c|c|c} 509 + 508 + \ldots + 271 & 266 + \ldots + 21 & = 100,385 \\ 93\,210 & 7\,175 & \end{array}$$

6e CERCLE COMPLÉMENTAIRE

(De la radiation 500 à la radiation 781.)

$$\begin{array}{c|c|c} 501 + 500 + \ldots + 271 & 266 + 261 + \ldots + 1 & \underline{996} + \underline{992} + \ldots + \underline{984} \\ 89\,126 & 7\,209 & 3,968 \\ 7\,209 & & \\ 3,968 & & \\ \hline 96\,338,968 & & \end{array}$$

7e CERCLE COMPLÉMENTAIRE

(De la radiation 502 à la radiation 890.)

$$\begin{array}{c|c|c} 499 + 498 + \ldots + 271 & 266 + 261 + \ldots + 1 & \underline{996} + \underline{992} + \ldots + 576 = 95\,457,316 \\ 88\,165 & 7\,209 & 83,316 \\ 7\,209 & & \\ 83,316 & & \\ \hline 95,457,316 & & \end{array}$$

Étant donné que la surface et le poids d'une même composition lumineuse, projetée tantôt perpendiculairement sur une surface plane indéformable ou sur une substance contractile de forme et d'inclinaison quelconques, restent invariablement les mêmes, les surfaces et les poids-lumière des schèmes de nos sept portions hémisphériques complémentaires seront égaux aux surfaces et aux poids-lumière des schèmes des sept cercles complémentaires.

Nous aurons conséquemment pour les surfaces :

SURFACES-LUMIÈRE des CERCLES COMPLÉMENTAIRES.	SURFACES-LUMIÈRE des PORTIONS HÉMISPHÉRIQUES COMPLÉMENTAIRES.
1 333	333
2 254	254
3 214	214
4 197	197
5 221	221
6 221	221
7 301	301

Et pour les poids :

POIDS-LUMIÈRE des CERCLES COMPLÉMENTAIRES.	POIDS-LUMIÈRE des PORTIONS HÉMISPHÉRIQUES COMPLÉMENTAIRES.
1 223.727	223.727
2 151.267	151.267
3 117.460	117.460
4 103.071	103.071
5 100.385	100.385
6 96.338,968	96.338,968
7 95.457,316	95.457,316

Mais que représente le rapport que les surfaces-lumière des portions hémisphériques complémentaires ont entre elles ?

R. — Le rapport même des minima de la superficie rétinienne excitable à la lumière.

Par suite, il découle de ce rapport que les sept surfaces en questions ont variées. Or, « il y a entre la valeur du minimum perceptible (éclaircissement nécessaire et suffisant pour produire une sensation lumineuse) et celle de la sensibilité lumineuse une relation bien simple. Supposons que l'on excite avec le même instrument et la même lampe soit deux yeux différents, soit deux parties rétiniennes différentes, soit la même partie dans deux conditions physiologiques distinctes, et qu'il faille dans un cas deux fois plus de lumière que dans l'autre pour la sensation, on peut admettre que la sensibilité est deux fois moindre dans le premier cas que dans le second. Il n'est pas besoin de philosopher pour reconnaître en fait et d'une façon générale que, dans des conditions expérimentales données, la sensibilité lumineuse est l'inverse du minimum perceptible, et qu'on peut déterminer l'un de ces deux facteurs par l'autre. » (Augustin Charpentier.) De là cette conséquence (si toutefois la voie que nous suivons a quelque valeur) : En calculant sur les poids de nos sept portions hémisphériques complémentaires nous devons trouver la cause excitatrice, sous la forme pondérale, qui fait que la quatrième portion est la plus faible en surface-lumière et cette cause doit s'harmoniser avec les expériences spectrales qui ont eu pour but de désigner les points du spectre où la sensibilité de l'œil atteint des maxima (maximum d'intensité visuelle, de luminosité, d'endurance rétinienne.)

Pour atteindre par le calcul à un tel résultat il faut, connaissant les poids-lumière des sept portions hémisphériques complémentaires, chercher à quelle radiation du spectre correspond chacune de ces valeurs pondérales.

Si les poids-lumière de chacune des portions hémisphériques complémentaires étaient composés de radiations de même valeur pondérale, il suffirait de diviser le poids total d'une portion par le nombre de radiations comprises entre deux longueurs d'onde complémentaires pour obtenir une moyenne pondérale donnant le poids spectral correspondant à la résultante excitatrice d'une des portions hémisphériques complémentaires. Mais chacune de ces calottes est de constitutions radiales variées de poids, et ceci change le problème en ce sens que ce n'est plus la moyenne pondérale qu'il faut chercher, mais le milieu d'équilibre, c'est-à-dire le point qui contrebalancerait les radiations les plus lourdes et les plus légères.

Ce milieu d'équilibre s'obtient en additionnant les poids de toutes les radiations d'une complémentaire divisés par 2 et en prenant ensuite assez de radiations à droite et à gauche dans la portion du spectre limitée par les deux longueurs d'onde complémentaires, pour que chacune des parties ait le même poids (qui multiplié par 2 reconstitue le poids total de la portion hémisphérique). Le milieu d'équilibre sera alors le point d'appui sur lequel pourra se contre-balancer un tel système.

C'est à l'aide de cette méthode tout à fait élémentaire que les sept milieux d'équilibre des portions hémisphériques complémentaires ont été trouvés (voir tableau, page 309.)

Le minimum de la surface-lumière ou plus petite portion hémisphérique complémentaire perceptible qui est de 197, d'après le rapport des surfaces-lumière des sept calottes en question, correspond donc comme milieu d'équilibre pondéral à la radiation 581 ayant 420 unités de poids.

Voyons si ce point radial est d'accord avec les circonstances excitatrices qui sont reconnues scientifiquement capables de procurer à la membrane sensible de l'œil des effets physiologiques ou des irritabilités au maximum, et partant, sont directement la cause

MILIEU D'ÉQUILIBRE des portions hémisphériques complémentaires	NUMÉRO D'ORDRE de la radiation où réside ce milieu	POIDS LUMIÈRE correspondant de la radiation
1re Complémentaire 111 863,5	441	560
2e Complémentaire 75 633,5	515	486
3e Complémentaire 58 730	559	442
4e Complémentaire 51 535,5	581	420
5e Complémentaire 50 192,5	601	400
6e Complémentaire 48 169,484	607	394
7e Complémentaire 47 728,658	609	392

du rapport des minima superficiels rétiniens excitables quant à la lumière des sept portions hémisphériques complémentaires.

Dans l'espèce, il est important, afin que l'on ne puisse nous accuser de fausser les mesures exactes de ces circonstances excitatrices au profit de la direction intentionnelle de notre thèse, il est important, répétons-le, que nous suivions strictement, pour rapporter ces mesures, les conseils de savants qui en ont précisé les quantum par des placements fixes dans le spectre normal en s'appuyant sur des expériences décisives.

Procédons par ordre :

En premier lieu, relatons des expériences fondamentales décrites par M. A. Charpentier, dans une note à l'Académie des Sciences du 27 décembre 1880. Nous ferons remarquer, au préalable, avec

cet intéressant physiologiste que des faits analogues ont été plus tard indiqués par d'autres auteurs. Voici les termes dans lesquels s'exprimait celui qui a imaginé ces expériences primordiales : « L'œil est placé dans une chambre complètement obscure vis-à-vis du verre dépoli qui forme la paroi antérieure de mon appareil à graduer la lumière. Ce verre dépoli constitue une surface que l'on peut éclairer uniformément et à des degrés divers à partir de zéro. Dans l'expérience actuelle, ce verre dépoli est recouvert en totalité d'un écran en papier noir dans lequel on a seulement percé vis-à-vis de l'œil trois ou quatre petits trous. Pour prendre un exemple, dans un cas ces petits trous étaient au nombre de quatre, formant les quatre coins d'un carré de 1 millimètre de côté; ces trous avaient un diamètre de 2 dixièmes de millimètre; l'œil était à une distance de 20 centimètres ; ma myopie était exactement corrigée et je voyais très nettement et sans la moindre irradiation les quatre points en question quand on les rendait lumineux. Or, si l'on règle l'éclairement de ces points de manière à augmenter graduellement leur intensité lumineuse à partir de zéro, il arrive que pour un certain éclairement minimum on éprouve une sensation de lumière plus ou moins diffuse. A ce moment, on n'a aucune notion de l'existence des quatre points. Ce n'est qu'en augmentant notablement l'éclairement de ces derniers qu'on arrive à résoudre en ses éléments la nébulosité primitive et à distinguer les points les uns des autres.

« Il faut depuis deux ou trois fois jusqu'à dix-huit ou vingt fois plus de lumière pour distinguer les points que pour avoir la sensation lumineuse primitive. C'est là comme on voit, un rapport très variable; mais voici de quelle condition dépend cette variabilité :

« Après avoir fait l'expérience une première fois avec l'œil dans ses conditions ordinaires d'activité, c'est-à-dire adapté à la lumière du jour, on la renouvelle après avoir maintenu l'œil dans l'obscurité pendant cinq minutes ou davantage, on constate alors : 1° qu'il faut

beaucoup moins de lumière qu'auparavant pour provoquer la sensation lumineuse primitive; 2° qu'il faut la même quantité de lumière que dans la première expérience pour distinguer les uns des autres les points lumineux. Le rapport de cette seconde quantité à la première se trouve donc augmenté. On voit ainsi qu'il varie suivant l'état d'adaptation de l'œil à la lumière.

« J'ai donné précédemment au premier mode de sensibilité, au plus simple, le nom de *sensibilité lumineuse;* le second pourrait être appelé *sensibilité visuelle.* Il correspond à la fonction que l'on nomme acuité visuelle, par laquelle on a la notion de la forme des objets; seulement il s'exprime différemment : l'acuité visuelle s'exprime par le plus petit angle sous lequel on puisse reconnaître comme distincts deux points lumineux; la sensibilité visuelle s'exprimera par la plus petite quantité de lumière qui devra éclairer ces points pour les rendre distincts l'un de l'autre.

« Or, l'expérience m'a montré que l'action de la lumière sur la sensibilité visuelle atteignait son maximum là où les recherches des physiciens placent le maximum de l'énergie solaire absolue, c'est-à-dire entre la longueur d'onde $0\mu,57$ et $0\mu,58$, dans le jaune. »

L'énergie absolue dont parle M. Charpentier n'est autre que le maximum des intensités calorifiques déterminé par M. Langley et fixé vers $\lambda = 0\mu,58$; aussi cette concordance qui n'a pas échappé à M. Charpentier l'oblige-t-il à admettre la fusion des deux mesures : « Du reste la forme générale de la courbe de l'énergie dressée par M. Langley est très comparable (dans la partie correspondant au spectre visible) à la première courbe de la figure 1 (courbe des intensités visuelles). Quant à l'action sur la sensibilité lumineuse brute, elle atteint son maximum dans une région beaucoup plus réfrangible, dans la région verte voisine du bleu ($\lambda = 0\mu,500$). »

En sus, cette mesure de longueur d'onde, par sa teinte, par son

actividé radiale, son poids, est très recherchée par la rétine, car elle correspond à une sensation d'aise maximum [1].

Ce n'est pas la teinte qui fatigue le moins la rétine, car cette faculté est en raison inverse de la réfrangibilité des rayons, mais c'est l'énergie radiale ou plutôt le poids-lumière qui plaît le mieux à la flexibilité de la membrane contractile oculaire laquelle s'accommode non pas de pressions extrêmes, faibles ou fortes, mais d'activités lumineuses de force suffisante pour maintenir longtemps à l'organe son état normal de fonctionnement. En résumé 0μ,500 est la mesure de longueur d'onde dont l'usage assure à la rétine la durabilité la plus certaine, parce que la couleur de cette radiation repose et donne à la fois un exercice mesuré et salutaire à l'œil. C'est en quelque sorte le point maximum d'endurance visuelle.

Comme le nom ne fait rien à la chose, nous demanderons la permission de changer l'appellation d'intensité lumineuse, donnée par M. A. Charpentier à la longueur d'onde 0μ,500, contre celle d'endurance visuelle ou mieux d'endurance rétinienne, et cela afin d'éviter toute confusion avec les expériences sur la valeur de l'éclat relatif des couleurs dans le spectre solaire qui est une troisième et très intéressante circonstance excitatrice. On sait que le maximum de ces valeurs relatives, que prennent les intensités des couleurs, est situé dans le jau ne verdâtre, au voisinage de la raie D

1. C'est la seule teinte pure du spectre que les hygiénistes et les ophtalmologistes préconisent pour modifier la quantité et la qualité de la lumière qui arrive aux yeux. Elle est utilisée dans les hyperémies rétiniennes, les affections myopiques profondes, les cataractes au début et aussi dans les phlegmasies cornéennes. Toutes les autres nuances qui se disputent la faveur, dans la fabrication des verres de conserves, sont des mélanges ou des compositions qui atténuent par une teinte neutre l'action de la lumière. Ainsi les verres dont l'usage est recommandé par Fieuzal sont jaunes mêlé de bleu et de noir. Trousseau donne la préférence à des verres neutres fumés, ne contenant ni violet ni jaune. Mais aux verres de Fieuzal et de Trousseau les oculistes opposent toujours ceux qui sont faits de bioxyde de cuivre ou d'oxyde de cobalt dont la nuance franche et douce réussit généralement dans les maladies des yeux. Or cette teinte s'approche assez de la longueur d'onde 0μ,500.

et qu'à partir de là les couleurs deviennent de plus en plus sombres à mesure que l'on s'approche des extrémités du spectre. Ce point spectral est classique, il a pour parrain Fraunhofer et Vierordt et depuis personne n'est venu en contester ou même en discuter le placement qui correspond environ à la longueur d'onde 0μ,5610.

Ces trois circonstances excitatrices que nous venons de détailler peuvent être représentées par trois courbes.

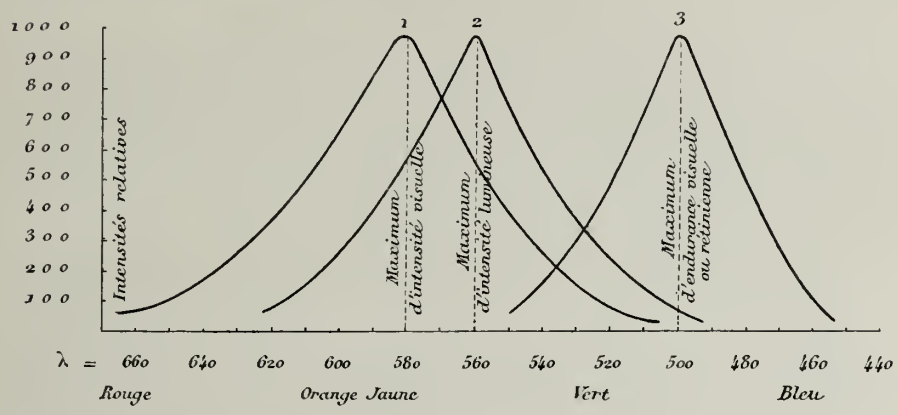


Fig. 21,

Courbe N° 1. — Maximum des intensités visuelles . . λ = 0 μ,58 [1]
— N° 2. — Maximum des intensités lumineuses. λ = 0 μ,56
— N° 3. — Maximum d'endurance rétinienne . . λ = 0 μ,50

Le champ spectral où commence et se termine l'action de ces trois circonstances excitatrices s'étend, on le voit, de la longueur d'onde 0μ,58 à 0μ,50.

λ = 0 μ,58, correspond à la radiation 490 dont le poids est de 511
λ = 0 μ,50, — — 712 — 289

1. Nous passons sous silence les intensités calorifiques, car nous ne croyons pas que la rétine soit constituée pour s'exciter sous l'action de la chaleur des radiations lumineuses.

Or si nous cherchons le milieu d'équilibre pondéral des raies colorées comprises entre les numéros 490 et 712, nous trouvons que ces 222 radiations pèsent 88 800 unités de poids et que leur milieu d'équilibre tombe entre les numéros 585 et 586, point spectral remarquablement rapproché de 581, qui est, on le sait, le milieu d'équilibre de la plus petite surface-lumière partiellement hémisphérique des sept complémentaires projetées sur la rétine (minimum perceptible de deux radiations projetées et donnant du blanc à la vision.) Et encore attribuons-nous cette petite différence qui correspond environ à 5 unités de poids-lumière (581 = 420 à 586 = 415) à la judicieuse remarque que fait en ces termes M. A. Charpentier : « On sait d'ailleurs que l'intensité lumineuse (intensité de l'action de la lumière sur la fonction photestésique)[1] est toujours *supérieure* à l'intensité visuelle (action de la sensibilité visuelle). »

Et comme les cinq unités de poids-lumière sont à l'avantage de l'influence de la longueur d'onde $0\mu,50$, le léger manquement à la précision de nos calculs, que nous signalons, s'explique par l'heureux accord qu'il conserve avec les travaux de la physiologie expérimentale.

La moindre surface-lumière complémentaire capable d'exciter la rétine est par conséquent soumise à des influences absolument caractérisées.

La démonstration que nous venons de faire prouve que la plus petite des complémentaires de Helmholtz est bien le distancement minimum que l'on peut donner à deux raies spectrales pour obtenir une complémentaire, puisque ce champ radial limité a son action cantonnée au sein même des circonstances excitatrices avec lesquelles il s'harmonise (circonstances dont la fonction est de lutter entre elles pour fixer les minima perceptibles).

1. Intensité lumineuse que nous nommons maximum d'endurance rétinienne.

Or, ces causes de sensibilité, ces circonstances excitatrices ont pour principe une action mécanique inhérente à la lumière et pour fondement le *poids* de trois radiations qui s'accordent avec la flexibilité d'une membrane nerveuse contractile, laquelle souffre ou ressent un bien-être, selon que l'on s'écarte plus ou moins de telles conditions normales d'exercice exactement agréables dans l'espèce.

*
* *

Deuxième démonstration. — M. Delbœuf a dans deux mémoires sur la psychophysique et dans un ouvrage intitulé *Éléments de psychophysique générale et spéciale*, exposé des méthodes qui permettent de mesurer des sensations de lumière et de fatigue.

Selon ce distingué professeur, la relation qui lie la sensation à l'excitation est la suivante : la sensation est proportionnelle à la cause qui la provoque.

« Soit p la force (ou le mouvement) de l'être sensible, p′ celle du milieu ambiant; on voit que si dans la formule (b)[1], on remplace c par p et δ par p′-p, elle se transforme en la suivante : »

$$S = \log \frac{p'}{p} \text{ (c)}$$

De cette conception et de cette formule découlent les trois lois de la sensation ; la loi de dégradation, la loi de progression et la loi de tension.

La première loi ne peut s'intéresser au rapport des surfaces-lumière de nos cercles, car ce rapport est l'indice d'un mouvement, tandis que le pouvoir de la loi de dégradation s'étend seulement à un état sensible correspondant au repos, ce qui fait que « la sensa-

1. Formule (b) : $S = \log \frac{c + \delta}{c}$

tion, à peine produite, s'affaiblit, parce que la différence des forces p′ et p tend à devenir nulle ».

La seconde loi dont voici l'énoncé : « Pour des accroissements de sensation égaux, les accroissements d'excitation croissent en progression géométrique, » n'a pas plus à voir que la première dans le rapport des surfaces-lumière de nos cercles, car lorsqu'on analyse la série des complémentaires choisies par Helmholtz, on observe que les excitations qu'elles peuvent fournir à la rétine ne sont pas ménagées pour accuser un effet sensible progressif, mais pour obtenir des mélanges spectraux sept fois blancs.

La troisième loi, qui est celle de la tension, s'applique parfaitement à nos rapports, car elle vise la sensation différentielle, c'est-à-dire la plus petite sensation perceptible.

En effet, la loi de la tension peut se formuler de la manière suivante : « La faculté d'accommodement ou la flexibilité de l'organisme s'exerce entre deux limites extrêmes qui ne peuvent être dépassées sans que les forces organiques soient détruites. »

« III. — L'action normale de la sensibilité a lieu pour des valeurs de δ comprises entre $\delta = O$ et $\delta = m - c$. L'action la plus vive de la sensibilité a lieu pour des valeurs de δ se rapprochant de la quantité $\frac{m-c}{2}$. En deçà et au delà de cette valeur, le jugement commence à s'altérer, d'un côté, à cause de la faiblesse de plus en plus grande de l'excitation, et, de l'autre, à cause de l'accroissement de plus en plus considérable de l'épuisement. »

Il s'ensuit que « la sensation est accompagnée d'un *sentiment* de malaise ou de bien-être, de fatigue ou de relâchement, de douleur ou de plaisir, suivant que l'on se rapproche ou que l'on s'éloigne de la limite de l'épuisement total, ou que l'on s'éloigne ou se rapproche de la position *d'équilibre naturel* ».

Mais entre la limite de l'épuisement total et la position d'équi-

libre naturel, distance qui représente l'étendue du champ de l'action normale de la sensibilité, il existe, sinon un point, du moins un court espace dans tout système contractile (constitué de couches nerveuses disposées pour être modifiées de volume sous l'influence des pressions extérieures) où la sensation agréable a établi son domaine. Ce court espace, nous savons dans quelles circonstances il est fréquenté par l'irritant extérieur : « c'est quand la lumière fatigue le moins l'œil quand elle lui est le plus favorable, quand elle lui permet d'apercevoir les plus petites différences ». Dans ces conditions, il est facile de saisir que la plus petite sensation perceptible se produira à l'endroit de la tension qui donne le plus grand sentiment d'aise, et comme cet endroit, d'après la loi de la tension, demande à être placé entre deux extrêmes, il en résulte que pour la vision il doit correspondre à un effort pondéral lumineux moyen. Or, étant donné que le poids maximum de la première radiation du spectre, est de 1 000 unités et le poids total de toutes les divisions spectrales de 471 246, nos calculs donnent à la tension agréable rétinienne une flexibilité correspondante à 420 unités pondérales, pression lumineuse incontestablement moyenne et qui est précisément le poids de la radiation qui représente le milieu d'équilibre de la plus petite portion hémisphérique complémentaire (calotte n° 4).

Donc, nous sommes en complet accord avec la troisième loi psychophysique formulée par J. Delbœuf.

*
* *

Troisième démonstration. — La démonstration qui va suivre et qui a pour but de dénoncer les propriétés pondérales de la lumière, ainsi que le caractère mécanique de l'excitation rétinienne, peut passer pour une révélation scientifique du plus haut intérêt, car la nature de la lumière y est tellement visée qu'il n'est plus possible

d'avoir de doute sur sa constitution physique et son mode de propagation. C'est que, comme nous l'avons déjà soutenu, l'étude de la structure de l'œil et des effets physiologiques provoqués sur cet organe par le lumière était éminemment propre à nous identifier avec, non pas l'origine ou les causes de ce phénomène, mais avec sa constitution qualitative, son système de mouvement et les agissements de sa force vive.

Jusqu'ici les sept portions hémisphériques des complémentaires, contrôlées avec maints faits de la physique et de la physiologie, ont constamment répondu à ces rapprochements par l'exactitude et la concordance. Les surfaces de ces portions, grandes dans les limites extrêmes, sont venues (en prenant au centre leur minimum) s'harmoniser avec les circonstances physiques maximum d'excitation fixées par des savants d'une autorité incontestable, et en même temps se placer sous la dépendance de cette loi de la tension de Delbœuf qui est un principe de physiologie applicable à tous les organes sensoriels.

Mais si ces surfaces hémisphériques, avec leur minimum excitable rétinien placé à un endroit de l'épaisseur de la couche nerveuse sensible de l'œil qui correspond à une flexibilité moyenne agissant sous une pression-lumière de 420 unités, mais si, disons-nous, ces surfaces ont de telles proportions qui obéissent à toutes les exigences, parfois à toutes les rigueurs de l'expérimentation, il faut encore, pour que nos théories tiennent debout, et qu'elles ne mentent ni à la logique, ni à elles-mêmes, que cette question de poids de la lumière y soit manifestement présente, profondément inscrite, non plus sous le rapport des surfaces des portions hémisphériques complémentaires (et on a vu le milieu pondéral de la quatrième calotte et le milieu pondéral des trois causes excitatrices tomber au même point spectral), mais dans la graduation des valeurs pondérales de l'ensemble de ces fragments sphéroïdes.

La démonstration de la présence pondéralement graduée de la lumière dans la série des complémentaires spectrale de Helmholtz est des plus faciles. Et d'abord, sous quel aspect nominal doit se poursuivre cette graduation, si elle existe?

En premier lieu rappelons comment ont été prises les longueurs d'onde limitant chacune de ces complémentaires. C'est en suivant progressivement une direction spectrale de gauche à droite et en prenant, après fixation de la première complémentaire, chaque fois deux raies plus réfrangibles que les deux précédentes et ainsi de suite jusqu'à la septième complémentaire.

Or, d'après le rapport des surfaces de nos cercles ou de nos portions hémisphériques confronté avec la loi de la tension, puis rapport et loi simultanément pressentis, il ressort : 1° que les calottes des complémentaires doivent figurer sur la rétine à différentes profondeurs dans le milieu contractile; 2° que les deux calottes extrêmes étant presque d'égale grandeur, c'est celle qui est composée des radiations les plus réfrangibles, c'est-à-dire les moins actives, qui est passible du plus petit effort sur la rétine; 3° que conséquemment les sept complémentaires ont le devoir d'agir sur la flexibilité rétinienne en suivant l'ordre suivant :

Plus gd effort de la lumière sur la rétine	$\lambda = 0\,\mu,6\,717$ et $0\,\mu,5\,035$
Effort intermédiaire	$\lambda = 0\,\mu,6\,125$ et $0\,\mu,5\,010$
Effort intermédiaire.	$\lambda = 0\,\mu,5\,988$ et $0\,\mu,4\,966$
Moyen effort.	$\lambda = 0\,\mu,5\,872$ et $0\,\mu,4\,933$
Effort intermédiaire.	$\lambda = 0\,\mu,5\,803$ et $0\,\mu,4\,753$
Effort intermédiaire.	$\lambda = 0\,\mu,5\,775$ et $0\,\mu,4\,726$
Plus petit effort de la lumière sur la rétine	$\lambda = 0\,\mu,5\,767$ et $0\,\mu,4\,439$

Enfin si nous voulons résumer par un tracé les conditions qu'il incombe de remplir aux portions hémisphériques nées des associations radiales ci-dessus désignées en longueur d'onde, nous pouvons

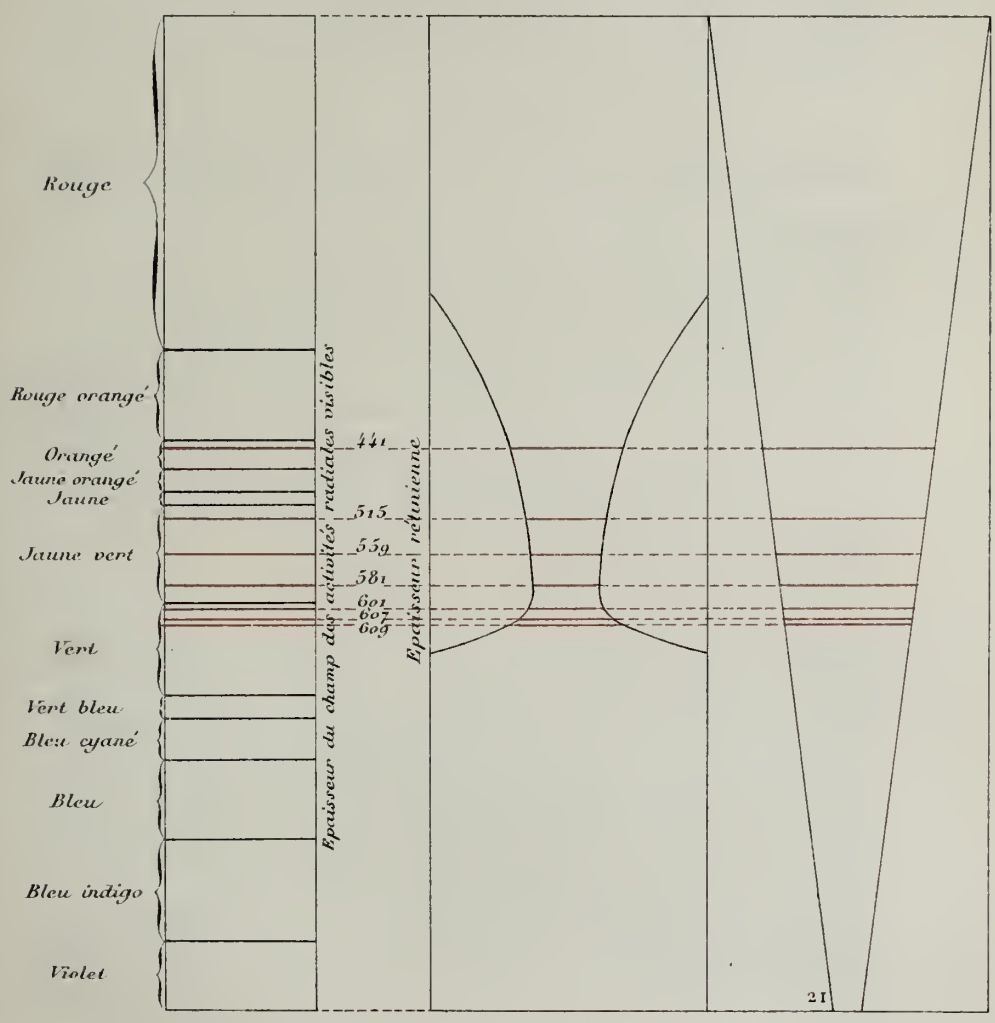
sans difficultés établir deux schèmes, en considérant dores et déjà la rétine comme un champ flexible dont l'épaisseur, parfaitement mais uniquement accessible au jeu des radiations visibles, correspond de façon mécanique aux variantes actives ou pondérales du spectre normal total de A à H; nous voulons dire que les degrés de la contractilité rétinienne, cantonnés dans les cônes, les bâtonnets et les autres éléments flexibles de cette membrane, et l'échelle des pressions radiales que contient le spectre visible normal, sont des contraires qu'une exacte adaptation de la résistance à l'effet rendent parfaitement concordants.

Donc les deux schèmes précités, que nous allons construire d'après les explications qui précédent, avec une épaisseur rétinienne grossie un grand nombre de fois, peuvent être dessinés en présentation de l'épaisseur du spectre, puisque la coupe du champ sensible visuel et la coupe ou le développement de toutes les activités de la lumière visible, sont des sections douées de grandeur, — l'une physique (*compression*) et l'autre physiologique (*dépression*), — adéquates.

La figure (*ci-contre*) est combinée dans ce sens.

Or, il suffit maintenant de comparer l'image des deux schèmes que nous avons tracés avec les chiffres du tableau ci-dessous, pour reconnaître immédiatement que les mesures des surfaces-lumière, ainsi que les valeurs des poids-lumière des portions hémisphériques complémentaires, sont parfaitement d'accord avec les pronostics établis.

1re	portion	hémisphérique,	surface	lumière	333	poids-lumière	560	unités
2e	—	—	—	—	254	—	486	—
3e	—	—	—	—	214	—	442	—
4e	—	—	—	—	197	—	420	—
5e	—	—	—	—	221	—	400	—
6e	—	—	—	—	221	—	394	—
7e	—	—	—	—	301	—	392	—


Spectre normal visible
Numéros d'ordre des radiations
Schème des portions hémisphériques complémentaires en fonction des surfaces-lumières
Schème des portions hémisphériques complémentaires en fonction des poids-lumières
Rouge
Rouge orangé
Orangé
Jaune orangé
Jaune
Jaune vert
Vert
Vert bleu
Bleu cyané
Bleu
Bleu indigo
Violet
Epaisseur du champ des actinites radiales visibles
Epaisseur rétinienne
441
515
559
581
601
607
609
21

La démonstration est décisive, l'argumentation péremptoire, le résultat éloquent. En somme, n'est-il pas curieux de voir une théorie concilier deux fonctions rétiniennes en apparence incompatibles et cela en conformité avec les faits expérimentaux de physiciens comme Vierodt, Fraunhofer, Langley et de physiologistes comme Delbœuf, Charpentier et Raphaël Dubois.

Inutile d'ajouter que nous sommes le premier à présenter le travail qui précède.

*
* *

Quatrième démonstration. — C'est maintenant qu'il faut conclure par un essai tendant à faire l'analyse des assemblages complémentaires par la méthode pondérale.

Nous avons vu que les schèmes de projection des complémentaires, que nous avons établis, représentent les formes des combinaisons colorées spectrales complémentaires frappant la rétine. Ces formes, comparées à celle que prend la totalité des activités radiales du spectre normal groupées par ordre centripète et donnant une sensation blanche comme les complémentaires, sont des fragmentations régulièrement hémisphéroïdes.

La sensation visuelle blanche est donc produite: 1° par toutes les radiations visibles se présentant sur la membrane oculaire sous la forme d'un hémisphère total; 2° par une certaine quantité de radiations enserrées entre des limites déterminées et se présentant sur la membrane sensible oculaire sous forme d'hémisphères partiels.

La forme-lumière de la sensation blanche, originaire de la totalité des radiations spectrales réunies, est, par suite, de mesure fixe, puisque c'est sous l'aspect d'une calotte parfaitement hémisphérique que se présente cette lumière blanche.

En est-il de même de la forme des projections schématiques des complémentaires?

Il est certain que ces calottes changent de surface et que, par suite, elles varient de mesure ou de grandeur si l'on veut, mais il est non moins réel que la forme de ces calottes est constamment celle d'une portion d'hémisphère.

Or, nous allons démontrer que ces portions hémisphériques-calottes des complémentaires contiennent, *à l'état-réduit*, tous les éléments, comme poids-lumière et valeurs excitatrices radiales, de l'hémisphère total donnant la sensation visuelle blanche. Autrement dit, nous établirons que ces hémisphères partiels sont des diminutifs et de la *forme-lumière* et de la *constitution-lumière* de l'hémisphère total.

En effet, nous savons déjà que la quatrième complémentaire est la plus petite calotte hémisphérique spectrale pouvant donner une sensation blanche. Nous avons basé cette affirmation sur l'observation suivante; à savoir que cette quatrième calotte à son champ radial réparti uniformément autour du point 581, partant que sa forme se situe à un endroit de la rétine qui est exactement celui du maximum de sensibilité de cette membrane élastique.

Nous conseillons au lecteur, afin de vérifier ces faits, de mettre sous ses yeux la figure page 265, il verra que la quatrième complémentaire s'étend sur la totalité des trois circonstances excitatrices et les dépasse très peu de chaque côté d'une certaine longueur exactement semblable dans les deux sens. De plus, page 321. le lecteur pourra se rendre compte du placement de cette calotte dans l'épaisseur de la membrane rétinienne. Comme ce placement correspond à un milieu d'équilibre qui tombe au point spectrale 581, on peut dire que c'est la région rétinienne qui est le foyer ou le centre de la sensibilité maximum.

Par conséquent : 1° la poids-lumière nécessaire pour loger la calotte n° 4 au milieu de la sensibilité du champs rétinien; 2° la composition radiale détenue par cette même calotte et s'étendant

de o μ,58 à o μ,50 sont les deux éléments qui engendrent la forme hémisphéroïde de cette quatrième complémentalre et *l'expliquent* en ce sens que ce sont bien les éléments de l'hémisphère total exactement réduits.

Pour les autres complémentaires il est facile de démontrer que ces bases, constituant la quatrième complémentaire leur sont également applicables. Il suffit d'examiner attentivement le tableau ci-dessous et de considérer que chaque complémentaire située au-dessus de 527 degrés pèse d'autant moins qu'elle s'élève à la surface des éléments contractiles rétiniens, tandis que chaque complémentaire placée au-dessous de 527 degrés pèse d'autant plus qu'elle s'enfonce davantage dans la profondeur de ces mêmes éléments contractiles en question.

POIDS-LUMIÈRE DE CHACUNE DES SEPT COMPLÉMENTAIRES[1].		DEGRÉS D'ENFONCEMENT DE CES POIDS-LUMIÈRE DANS LA RÉTINE[2].
1	95.647	498
2	96.338	500
3	100.385	508
4	103.071	527
5	117.460	558
6	151.267	621
7	223.727	730

1. Nous savons qu'il existe une manière d'aborder le problème du mélange des couleurs dans laquelle on considère que la luminosité de deux couleurs correspond à certains poids ou à certaines quantités de lumières chromatiques déterminées. D'après la description que donne M. Rood de ce procédé dans sa *Théorie scientifique des couleurs*, on verra que cette question de poids appliquée aux couleurs que l'on veut mélanger ne donne nullement à supposer que la lumière pèse. Il s'agit simplement d'un subterfuge expérimental, comme les disques rotatifs de Newton ou le diagramme des couleurs de Maxwel; le résultat des mélanges seul est visé, à l'exclusion de la nature de la lumière.

2. Pour le degré d'enfoncement, nous avons établi le tableau ci-dessus en

Ceci dénote que 103 071 unités est le poids minimum des complémentaires et peut être pris comme *un poids primitif, constant*, si toutefois on veut admettre que les variations constatables dans le poids des six autres complémentaires désignées au tableau, sont le fait de l'action de la lumière de ces complémentaires, soit pour s'élever, soit pour monter dans l'épaisseur rétinienne. Ce qui le prouve surabondamment, c'est le placement même de ces complémentaires dans l'étendue spectrale. En effet, on verra, d'après la figure page 265, que pas une complémentaire n'existe qui ne soit domiciliée invariablement, pour une part souvent considérable, dans la totalité du champ spectral où se trouvent situées les trois circonstances excitatrices allant de 5 800 à 5 000. (Le léger manquement des deux premières et des deux dernières complémentaires à cette règle ne peut être imputable qu'à des erreurs d'expériences ou de calculs, car on accordera que ces complémentaires partent à des distances bien voisines et de 5 800 et de 5 000. Cette observation est si frappante qu'elle dénonce en quelque sorte une erreur, tant on sent dans ces mesures de départ des complémentaires une tendance s'orientant vers un état se généralisant nettement.)

Et si maintenant, après toutes ces démonstrations, on nous demandait de définir les complémentaires quant à la cause qui produit la sensation blanche à la vision, nous dirions :

Le fondant sur une équivalence mécanique qui se doit déterminer comme suit :

La progression décroissante des poids lumière

1 à 730	1
730 à 784	5
784 à 1 000	4

équivaut à la progression décroissante de la résistance élastique rétinienne.

1 à 730	1
730 à 784	5
784 à 1 000	4

Par suite, le degré d'enfoncement d'un poids-lumière dans la rétine s'obtiendra en intervertissant la gradation (1000 deviendrait 1, et 1 deviendrait 1000).

Que les complémentaires sont des portions hémisphériques lumineuses composées de radiations emplissant les surfaces minima excitables de la couche rétinienne, de telle sorte que cette membrane ressent un maximum d'aise.

1° Parce que ces portions hémisphériques sont des diminutifs de la forme hémisphérique totale laquelle forme est celle *qui plaît le plus* au toucher rétinien.

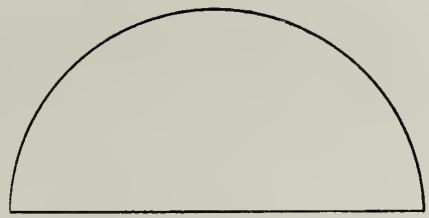
2° Parceque la composition radiale de ces portions hémisphériques est constituée, *pour une part essentielle*, des radiations allant de la longueur d'onde 5 800 à 5 000, domaine spectral où sont logées les trois circonstances excitatrices qui *plaisent le mieux* à la flexibilité rétinienne.

3° Parce que les points de l'épaisseur rétinienne où se placent ces portions hémisphériques sont situés dans un espacement organique où se trouve cantonné l'exercice qui *convient le mieux* à l'élasticité de la membrane sensible, musculo-nerveuse contractile, de la vision[1].

1. Nous venons de démontrer combien est superficielle l'affirmation suivante de Helmholtz : « Il n'y a aucun rapport ni simple, ni constant, à trouver entre les longueurs d'onde des différentes couleurs complémentaires. Si l'on emploie la terminologie musicale, le rapport varie entre celui de la quarte (1,333) et celui de la tierce-mineure (1,20). » Il est évident que le rapport n'existe pas si l'on n'envisage que les longueurs comparées des espacements spectraux des complémentaires, sans s'occuper de l'action sur la rétine des valeurs actives radiales que détiennent ces espacements. Or c'est à cette irrégularité dans la direction de ses recherches que Helmholtz doit son insuccès. La méthode que nous avons suivie pour expliquer les complémentaires prouve que ces effets physiologiques constants (lumière blanche), de provenances physiques variables (longueurs d'onde), dépendent de conditions physico-physiologiques qu'il est impossible de dissocier.

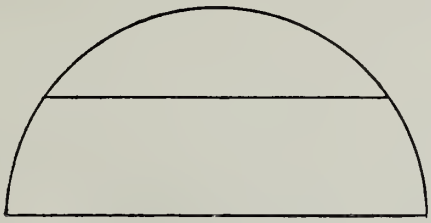
*
* *

D'après ce que nous venons d'exposer dans les quatre démonstrations précédentes, l'hémisphère-lumière constitué de toutes les radiations spectrales visibles représente, en optique physiologique,



le plus grand cycle continu. Il a 471 246 unités de poids-lumière et donne, comme on sait, la sensation visuelle blanche. C'est une valeur pondérale fixe correspondant à une forme invariable que nous désignerons par la figure hémisphérique ci-dessus, que l'on peut appeler cycle entier.

Les portions hémisphériques calottiques donnant la sensation blanche des complémentaires doivent être prises pour des cycles



continus, mais de mesure, puisque la forme de la quatrième complémentaire est régie par la constante pondérale 103 071 unités à 527 degrés d'enfoncement rétinien et que les autres complémentaires ont une forme non moins précisée par cette constante même

à laquelle s'ajoute ou se retranche chaque fois un poids nouveau, selon le degré d'enfoncement rétinien des complémentaires s'écartant de 527 degrés.

Nous désignerons ce cycle continu mais de mesure par la dénomination de cycle partiel. La figure calottique ci-dessus en est la représentation.

Comme nous aurons à rappeler souvent, dans les pages ultérieures, ces deux figures, nous intercalerons dans le texte, pour le cycle entier, ce diminutif : , et pour le cycle partiel cet autre diminutif : .

§ V. — *Harmonies des couleurs.*

On a beaucoup écrit sur les harmonies des couleurs. Presque tous les auteurs ont essayé de préciser le sens qu'il faut attacher à ces assemblages variés.

Chevreul compte six harmonies distinctes des couleurs, trois harmonies d'analogues et trois harmonies de contraste. Quant aux idées émises par cet illustre savant sur l'harmonie, nous citerons au chapitre VIII de la section III de son livre. *De la loi du contraste simultané*, le passage suivant : « *Principe de l'harmonie générale.* Il ne suffit pas de réunir des objets agréables pour composer un ensemble qui plaise, il faut nécessairement établir entre eux des rapports qui les lient, et c'est la convenance de ces rapports, plus ou moins facile à reconnaître, qui fera que l'on aura plus ou moins bien observé le principe de l'harmonie générale. »

L'harmonie consiste donc, selon Chevreul, dans l'établissement de certains rapports qui lient entre elles les parties qu'on veut assembler.

Brücke et Helmholtz, qui ont traité aussi de l'harmonie des couleurs, déclarent, que jusqu'à présent, il a été impossible d'établir

pour l'harmonie des couleurs des règles aussi précises et aussi sûres que celles de la consonnance des sons. Ils parlent de l'influence exercée par divers groupes de couleurs sur le degré de plaisir que nous éprouvons.

Ils signalent des groupements repoussants « comme du rouge carmin et de l'orangé (rouge jaunâtre) ou de l'orangé et du jaune paille ». Puis viennent les groupements binaires agréables.

Nécessairement les complémentaires sont citées comme exemple de groupements heureux à l'œil.

Cependant, les réunions de couleurs par deux ne sont pas, d'après les auteurs en question, ce qui constitue les rapprochements polychromatiques les plus harmoniques. « Ainsi le rouge écarlate et le bleu verdâtre sont complémentaires. Mais nous aurons un groupement encore plus agréable que celui de ces deux couleurs, si nous faisons passer le bleu verdâtre, soit au bleu d'outre-mer, soit au vert jaunâtre (chlorophylle). Dans ce dernier groupement, le jaune dominera ; dans le premier, ce sera la rose. Mais ce qui réjouira encore plus notre vue que ces groupements binaires, ce sont les réunions de trois couleurs qui rétablissent l'équilibre de l'impression et par là évitent, malgré l'intensité du coloris, de fatiguer l'œil par un aspect uniforme, sans cependant retomber dans la fadeur des groupements complémentaires. »

Si l'on désirait fixer par une définition ce terme abstrait d'harmonie, les lignes qui précèdent s'approchent suffisamment de la pensée de Chevreul pour que nous adoptions la formule déjà rapportée : à savoir que l'harmonie des couleurs consiste dans l'établissement de certains rapports qui lient entre elles les parties qu'on veut assembler.

Parmi les groupements les plus agréables pour l'organe visuel, nous venons de signaler les triades de couleurs préconisées par Helmholtz. Ces triades se divisent en deux catégories : « le groupe-

ment si souvent employé des maîtres vénitiens, c'est-à-dire du rouge, du vert et du violet, et celui de Paul Véronèse, c'est-à-dire du rouge pourpre, du bleu verdâtre et du jaune. » Ce sont des harmonies classiques.

Nous allons examiner à quelle forme de la lumière correspondent ces groupements illustres dans l'histoire de l'art.

Le premier, — rouge, vert et violet, — comprend la totalité des radiations spectrales. Le vert est l'intermédiaire entre les deux couleurs qui limitent le spectre visible; c'est lui, ce vert, qui permet au spectre de bande de se produire, de se former sur la membrane rétinienne; et comme il est situé au centre du spectre, nous allons tout à l'heure faire sur ce placement une observation plus que spécieuse.

Avant tout, constatons que ce groupement harmonieux des maîtres vénitiens appartient à l'hémisphère-lumière total pesant 471 246 unités et qui est le plus grand cycle continu qui puisse se projeter sur la rétine. Nous l'avons désigné par cette figure ⌓.

Voici maintenant l'observation. Étant donné que l'assemblage rouge, vert et violet est une harmonie de couleurs parce qu'il donne naissance à la forme-lumière ⌓, pourquoi le rouge et le violet qui, placés aux extrémités du spectre, doivent, par conséquent, comme le rouge, le vert et le violet projeter la même forme-lumière ⌓ sont-ils cependant antiharmonieux?

Ils sont antiharmonieux parce qu'un intermédiaire entre le rouge et le violet manque.

Or cet intermédiaire n'est pas quelconque. Il tient le milieu entre les deux couleurs dont il fait la liaison. Il est vert, parce que c'est précisément le point radial du spectre situé à égale distance du rouge et du violet. Et le rouge est complémentaire du vert. Et le violet est complémentaire du vert ou du vert jaunâtre. Que prouve dès lors ce besoin du vert qu'ont le rouge ou le violet, pour être

harmonieux? Que la transformation des spectres de ligne en spectres de bande est limitée dans son étendue à la surface même que possèdent les complémentaires.

Nous aurons plusieurs fois l'occasion de revenir sur cette observation.

Mais continuons notre étude sur les formes-lumière des harmonies de couleurs.

Le groupement de Paul Véronèse est comme le groupement vénitien; il appartient au plus grand cycle continu.

En effet, l'assemblage harmonieux comprenant le rouge pourpre, le bleu verdâtre et le jaune, peut être ordonné comme suit. Le rouge pourpre étant composé de rouge mélangé à du violet, nous aurons à la file, si nous respectons le placement des couleurs dans le spectre, du rouge, du jaune, du bleu verdâtre et du violet. Soit les deux nuances extrêmes du spectre reliées par des intermédiaires commençant dans le jaune et se terminant dans le bleu. C'est, on le voit, plus qu'il n'en faut pour transformer les spectres de lignes de la combinaison ci-dessus désignée en un seul spectre de bandes englobant la totalité de l'espace spectral.

L'harmonie de Véronèse est donc de forme hémisphéroïde ayant 471 246 unités de poids-lumière et appartenant au plus grand cycle continu, c'est-à-dire à la forme-lumière .

Si nous comparons à présent la forme-lumière des complémentaires que nous savons être des portions hémisphériques pour lesquelles nous avons adopté la figure , qui est l'image visible d'un cycle partiel mais de mesure, si nous comparons, disons-nous, cette forme avec celle des groupements polychromatiques dits vénitien et de Véronèse, nous constatons que la supériorité esthétique de ces dernières harmonies de couleur sur les premières, dépend de l'étendue des surfaces-lumière en contact avec la rétine.

En résumé, les complémentaires ne sont que des portions d'hé-

misphères-lumière, soit des cycles partiels ⌓, tandis que les harmonies de l'école vénitienne et de Véronèse sont des hémisphères totaux ⌒, qui pour la vision doivent être considérés comme des cycles entiers.

Mais en dehors de l'harmonie classique de l'école vénitienne et de Véronèse et des harmonies nées d'assortiment de couleurs complémentaires que nous venons d'étudier, les personnes quelque peu habituées, par métier ou par goût, à choisir des nuances pouvant s'allier agréablement, savent qu'il est toujours possible d'unir deux couleurs différentes à la condition de hausser ou de baisser le ton de l'une ou de l'autre. « La vue simultanée de couleurs différentes, écrit Chevreul, appartenant à des gammes plus ou moins voisines, peut être agréable, mais l'assortiment de ces gammes produisant cet effet est excessivement difficile à obtenir, parce que plus les gammes sont rapprochées, et plus fréquemment il arrive que non seulement l'une des couleurs nuit à sa voisine, mais même que les deux se nuisent réciproquement. Le peintre peut cependant tirer parti de cette harmonie, en sacrifiant une des couleurs qu'il ternit pour faire briller l'autre. » Évidemment l'ancien directeur des teintures des manufactures royales fait allusion ici aux assemblages binaires de couleurs plus rapprochées dans le champ spectral que les complémentaires. Eh bien, examinons comment, dans ce cas, les deux couleurs saturées que l'on veut accorder doivent être modifiées. Chevreul recommande de ternir l'une des couleurs pour faire briller l'autre. Mais quelle est celle qu'il faut ternir et quelle est celle qu'il faut faire briller! La règle manque. La méthode empirique, c'est-à-dire la consultation de l'organe visuel, peut seule guider ici la recherche. Il est vrai que l'œil restera toujours le meilleur juge de telles accordances entre deux couleurs, et ce n'est pas cette autorité que nous voulons remplacer. Loin de là notre pensée. Nous allons démontrer simplement que pour obte-

nir, dans les assemblages bichromatiques très voisins, une sensation physiologique agréable, il est nécessaire de viser, dans la modification des couleurs, à suppléer, par l'éclairement ou l'obscurcissement des tons, au manque d'ampleur de la forme-lumière inférieure à la portion hémisphérique égale à , portion que l'on doit nécessairement obtenir pour rendre l'union binaire harmonique.

Ainsi supposons qu'il nous faille assembler du jaune saturé avec du vert de même qualité. Ces deux couleurs juxtaposées sont d'un effet malheureux. Mais laissons le jaune tel et obscurcissons le vert. Aussitôt l'harmonie est rétablie, l'œil est contenté. Pourquoi ?

Parce que le vert que nous avons obscurci d'une manière suffisante supplée aux activités bleue et bleue indigo qui n'existaient pas, à ce point, que non seulement il en tient lieu, mais encore il les remplace effectivement comme poids-lumière pendant que le jaune qui demeure saturé, c'est-à-dire avec son éclat spectral, reste l'appoint nécessaire pour que la portion hémisphérique égale à soit acquise à cette union binaire rendue ainsi quasi harmonique.

Pour les couleurs plus éloignées dans le champ spectral, que les complémentaires, la même loi règne. Seulement, on peut indistinctement tendre à former des cycles entiers ou bien partiels .

Exemple : Le rouge et le bleu indigo du spectre se marient mal. Voulons-nous les rendre sympathiques? Abaissons le ton du rouge. Nous aurons immédiatement un grenat parfaitement agréable en contact avec le bleu indigo, parce que le poids-lumière de la couleur rouge a été réduit et qu'en agissant de cette façon, nous avons de ce fait diminué les proportions de la calotte-lumière hémisphérique jusqu'à la rendre de mesure égale à .

Mais, est-ce le cycle optique entier que nous voulons projeter sur la rétine ? Éclaircissons dans ce but le rouge et le bleu jusqu'à obtenir un rose chrome clair et un bleu pâle.

Voilà l'antipathie remplacée par un accord harmonique ; le rouge et le bleu, très étendus de blanc, confinent maintenant à l'hémisphère total, le blanc étant essentiellement une forme-lumière égale à ⌓ et les petites quantités de rouge et de bleu introduites dans le mélange étant neutralisées ou plutôt noyées dans l'ensemble et comme utilisées. Dès lors, on comprend que ces quantités négligeables de couleurs ne peuvent déformer la projection (sur le minimum superficiel excitable rétinien) du cycle entier inhérent à la lumière blanche, composée de toutes les radiations spectrales. Mais par cela même que blanchir ou obscurcir une couleur, c'est la diminuer quantitativement, on obtiendra un résultat harmonique semblable aux deux combinaisons précédentes avec le rouge et le bleu indigo, en pâlissant beaucoup l'une quelconque de ces deux couleurs saturées et en obscurcissant d'autant l'autre et *vice versa*. Dans ces conditions, le blanc dominera, tandis que le rouge et le bleu indigo, réduits à la portion nécessaire seulement pour que leur nuance soit toujours perceptible, gêneront peu la formation de l'hémisphère total, dans lequel d'ailleurs ils se caseront pour donner comme résultante à l'œil qui recevra ce mélange, sur un minimum superficiel rétinien, un gris blanchâtre peu éloigné du blanc pur. Et de fait, le bleu pâle va bien avec le rouge obscur, le rouge très clair ou rose chrome pâle avec le bleu foncé.

Ces explications théoriques répondent d'une façon inédite à cette phrase de MM. Brücke et Helmholtz : « Il est souvent difficile d'établir en fait quelles couleurs produisent à proprement parler, l'impression harmonique ».

*
* *

Harmonies monochromatiques. — On a dû remarquer que les formes-lumière que nous venons de préciser par des schèmes, inté-

ressent seulement les assortiments harmonieux de couleurs différentes; ce sont les formes-lumière des harmonies polychromatiques. Mais la vue simultanée de la série des tons d'une même couleur saturée, qui commence au blanc coloré et finit au noir coloré, est incontestablement une sensation agréable.

Les formes-lumière de ces assortiments de tons que nous allons définir représenteront donc les projections des harmonies monochromatiques sur le minimum excitable rétinien.

Nous avons, pour déterminer ces formes-lumière, des figures schématiques qui ont été jointes au développement de la loi de la monochromie. Nous prions le lecteur de vouloir bien les mettre sous ses yeux et de suivre avec leur aide la démonstration que nous allons faire.

La figure III, qui donne la projection de chaque couleur spectrale progressivement obscurcie, est faite, comme les figures IV et V, pour occuper la surface totale rétinienne.

Livre planches III. IV. V

Il s'agit maintenant d'emplir le minimum superficiel excitable de la rétine de ces mêmes figures (non plus seulement en totalité mais par parties) et de rechercher quels sont les tons de chacune de ces gammes qui, assemblées, sont harmoniques. Nous supposons les schèmes des figures III, IV et V composés de 1000 tons différents pour la surface hémisphérique entière, ce qui, pour les portions hémisphériques, règle les quantités de ton proportionnellement à leur surface.

Si nous commençons par expérimenter sur la figure III, nous voyons que la plus grande harmonie de ton existe quand toutes les variétés des obscurcissements de la gamme, depuis la couleur saturée, peuvent être présents sur la surface minimum excitable rétinienne.

Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire d'avoir recours à des tons intermédiaires entre les extrêmes.

Quelle est donc la grandeur minimum des intervalles qu'il faut conserver entre ces tons intermédiaires pour obtenir une suite de liaisons capables de reconstituer en entier la projection hémisphéroïde de chacune de ces dégradations ?

L'expérience prouve que les deux tons extrêmes du premier schème totalement hémisphérique de la figure III ne peuvent être harmoniques si l'on n'y joint, au moins, un ton intermédiaire, celui qui tient le milieu de l'hémisphère. Remarquons que ces intervalles entre le ton du milieu et les deux extrêmes tons, soit du côté de la couleur saturée ou du côté du maximum d'obscurcissement, sont sensiblement égales à .

De plus, les autres schèmes ont tous besoin d'un ton intermédiaire pour lier leurs extrêmes en une harmonie, sauf les numéros 10, 11 et 12 peut-être. Or ces trois derniers schèmes ont des dimensions si réduites que la mesure égale à ne peut y être contenue qu'en partie. Nous en concluons que cette mesure égale à règne dans les harmonies monochromatiques et que dans l'espèce les spectres de ligne ne se transforment en spectres de bande sur la rétine qu'autant que cette mesure est exactement le distancement de deux tons d'une même gamme.

Nous pouvons démontrer enfin que les plus grands cycles monochromatiques égaux à sont plus harmonieux que les cycles partiels égaux à : pour cela il suffit de placer contigument deux tons de la même gamme égaux à et de les comparer à l'assemblage de trois tons de la même gamme convenablement assortis (deux extrêmes et un intermédiaire) et égaux à .

Invariablement vous préférez les trois tons, surtout dans les schèmes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 de la figure III, car pour les autres schèmes de cette figure on sait que la mesure partielle égale à est seule présente ou même insuffisante.

Les lois qui régissent les calottes hémisphériques monochro-

matiques contenues dans la figure III, quant à l'harmonie des assemblages de tons d'une même gamme, s'appliquent exactement aux schèmes des figures IV (pâlissement progressif de tous les tons saturés) et V (pâlissement et obscurcissement des tons du spectre plus réfrangibles que le jaune verdâtre).

Pour ces figures, c'est encore et toujours le cycle entier égal à qui est la forme-lumière procurant à l'œil la sensation la plus satisfaisante, ensuite c'est le cycle partiel de mesure égale à .

Constamment aussi, pour obtenir ces cycles entiers avec les deux tons extrêmes, placés contigument à une même gamme, il faut avoir recours au moins à un ton intermédiaire dans le cas où la forme-lumière hémisphérique d'un des schèmes quelconques est de grandeur pondérale ou superficielle supérieure à la mesure égale à . Enfin, lorsque deux tons sont pris au hasard dans la série qui constitue chaque schème monochromatique, sont harmoniques les assemblages qui s'approchent le plus de la forme-lumière déterminée comme suit :

1° Par la transformation du spectre de ligne en spectre de bande. (Chacune des lignes engendrant une bande qui est la moitié de la surface de la forme-lumière égale à et deux lignes par conséquent étant nécessaires pour atteindre à la formation d'une bande superficielle égale à .)

2° Par un distancement de tons qui, projetés sur la rétine, est capable de produire une calotte-lumière n'ayant aucune discontinuité dans sa forme et dont la mesure est égale à .

§ VI. — *Formes-lumière des mélanges de couleurs.*

Nous allons étudier l'action simultanée des différentes couleurs simples sur la surface minimum rétinienne excitable à la lumière[1].

Le mélange de couleurs simples du spectre produit toujours une projection hémisphéroïde dans l'espace; la forme de cette projection peut varier de l'hémisphère total à une petite portion hémisphérique formée par deux raies spectrales contiguës. Or, nous allons démontrer que, dans tous les cas de mélange de couleurs simples, la rétine reçoit une série de sensations résultant des influences mutuelles de deux éléments constamment associés : la forme-lumière hémisphéroïdale et la valeur excitatrice des radiations comprises dans cette forme.

Nous partirons du mélange de deux couleurs ayant une forme égale à , cycle partiel dont nous connaisssons la mesure et qui donne la sensation blanche, puis nous fixerons la forme des autres mélanges plus distants ou moins distants dans le spectre que cette mesure des complémentaires et enfin, nous calculerons la valeur excitatrice totale des radiations comprises dans chacune de ces

1. De toutes les méthodes employées pour le mélange des lumières, la seule rigoureuse étant la superposition des spectres, c'est à elle que nous avons donné la préférence. La méthode des disques rotatifs lui est inférieure, quoique fort employée à cause de son extrême commodité. Newton l'appliquait à la recomposition de la lumière blanche. Il divisait une circonférence en sept parties proportionnelles aux nombres $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{16}$ et $\frac{1}{9}$, représentant le rouge, l'orangé, le jaune, le vert le bleu, l'indigo et le violet. On peut constater que la rotation de ce diagramme qu'on appelle cercle chromatique donne une teinte blanche très douteuse, plutôt grise. Ce cercle, qui est utilisé pour l'application d'une règle énoncée sans démonstration par Newton pour le mélange des couleurs, a l'inconvénient de donner des résultats qui ne concordent pas toujours avec l'expérience.

Le choix que nous avons fait des couleurs spectrales pour les mélanges que nous voulons étudier est donc justifié par la supériorité de cette méthode sur celle des cercles rotatifs.

formes-lumière. Afin d'avoir une base solide, c'est aux mélanges des couleurs spectrales, réunies en un tableau que contient l'optique physiologique de Helmholtz, que nous avons l'intention de faire supporter les pratiques théoriques en question.

Nous n'avons plus besoin d'expliquer comment on arrive expérimentalement à mélanger les couleurs du spectre. Nous passons immédiatement aux observations et aux résultats. Laissons donc la parole à Helmholtz: « On peut, dit-il, établir à ce sujet la règle suivante : Lorsqu'on mélange deux couleurs simples qui sont moins éloignées dans le spectre que deux couleurs complémentaires, il en résulte une des couleurs intermédiaires, qui tire d'autant plus sur le blanc que l'intervalle entre les couleurs employées est plus considérable, et qui est, au contraire, d'autant plus saturé que cet intervalle est plus petit. Mais si l'on mélange deux couleurs qui sont plus éloignées, dans la série spectrale, que des couleurs complémentaires, on obtient du pourpre ou des couleurs intermédiaires entre l'une des couleurs mélangées et l'extrémité correspondante du spectre. Dans ce cas, le mélange est d'autant plus saturé que l'intervalle des couleurs dans le spectre est plus grand, et d'autant plus blanchâtre que cet intervalle est plus petit, tout en restant supérieur à celui des deux couleurs complémentaires.

« Ainsi le rouge, par exemple, dont la couleur complémentaire est le bleu verdâtre, donne, par son mélange avec du vert, un jaune blanchâtre qui peut se rapprocher du rouge en passant par l'orangé, ou se rapprocher du vert en passant par le jaune verdâtre, quand on fait varier les proportions du mélange. L'orangé et le jaune verdâtre peuvent aussi, par leur mélange, produire du jaune pur, mais plus saturé que celui provenant du rouge et du vert. Si l'on mélange, au contraire, du rouge et du bleu cyanique, on obtient du rose (pourpre blanchâtre), qui peut, en variant les proportions, se rapprocher, soit du rouge, soit du bleu cyanique,

en passant par le violet et l'indigo. D'un autre côté, le rouge donne un pourpre saturé, par son mélange avec l'indigo, et encore mieux, avec le violet.

« Le tableau page 341 donne un aperçu synoptique de ces résultats. Les couleurs simples sont inscrites en tête des colonnes verticales et horizontales. A l'intersection de ces colonnes, on trouve les couleurs mélangées correspondantes qui peuvent, du reste, en faisant varier les proportions, passer par les couleurs intermédiaires pour revenir à l'une des couleurs constituantes. »

Nous allons déterminer les formes et les valeurs excitatrices de la première couleur du tableau (le rouge) mélangée sept fois avec des couleurs différentes. Ce travail, qui indiquera la marche à suivre pour obtenir ces résultats de formes et de valeur excitatrice, pourra servir en quelque sorte d'exemple et nous dispensera par cela même d'étendre l'opération aux autres couleurs venant à la suite du rouge.

Des sept mélanges de la couleur rouge du tableau de Helmholtz nous connaissons par avance la forme de l'un d'eux. En effet, le rouge et le vert bleu sont des complémentaires dont nous avons déjà eu à nous occuper. Ce rouge et ce vert bleu donnant du blanc sont placés dans le spectre normal visible entre les longueurs d'onde 6717 et 5 035. La surface-lumière émise par ce couple est de 333, chiffre qui fait partie du rapport des surfaces-lumière des complémentaires.

La planche VII assigne à la calotte de la complémentaire n° 1, qui est celle qui nous intéresse ici, les proportions suivantes : rayon 10,3, hauteur 5,4, surface-lumière 333^{cq} et valeur pondérale 223 727.

Pour déterminer la forme des autres mélanges du rouge il convient, tout d'abord, de fixer les points du spectre auquel cor-

	Violet. . . .	Bleu indigo .	Bleu cyaniq.	Vert bleu . .	Vert.	Jaune vert. .	Jaune.
Rouge . . .	Pourpre. . .	Rose foncé. .	Rose blanch.	Blanc	Jaune blanch.	Jaune d'or. .	Orangé.
Orangé. . .	Rose foncé. .	Rose blanch.	Blanc. . . .	Jaune blanc.	Jaune	Jaune	
Jaune . . .	Rose blanch.	Blanc	Vert blanch.	Vert blanch.	Jaune vert. .		
Jaune vert .	Blanc	Vert blanch.	Vert blanch.	Vert.			
Vert	Bleu blanch.	Bleu d'eau. .	Vert bleu . .				
Vert bleu. .	Bleu d'eau. .	Bleu d'eau. .					
Bleu cyan. .	Bleu indigo .						

respond chacune des couleurs qui entrent dans la réunion binaire. Étant donné que le rouge reste invariablement à 6717, les autres couleurs tombent environ aux endroits suivants du spectre :

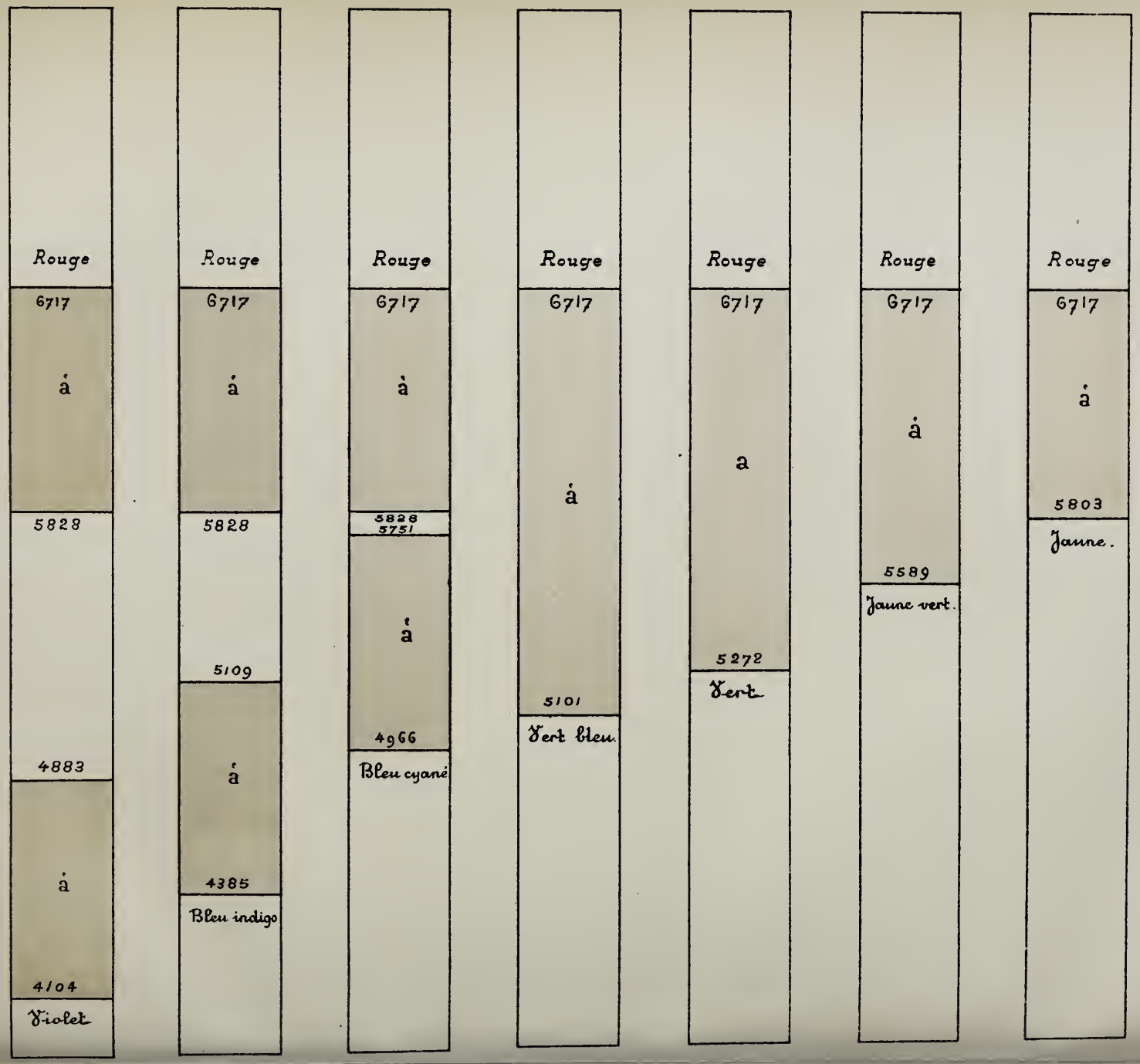
Rouge.	6 717	violet.	4 104
Rouge.	6 717	bleu indigo	4 385
Rouge.	6 717	bleu cyan.	4 966
Rouge.	6 717	vert bleu	5 101
Rouge.	6 717	vert.	5 272
Rouge.	6 717	vert-jaune.	5 589
Rouge.	6 717	jaune.	5 803

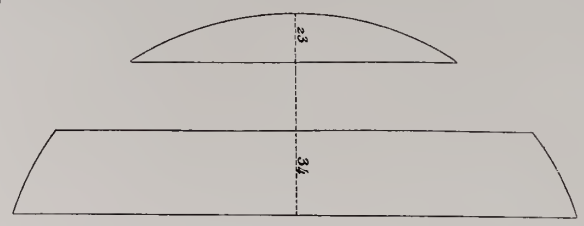
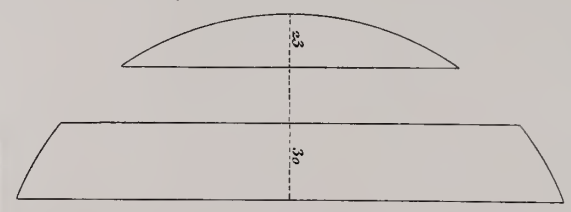
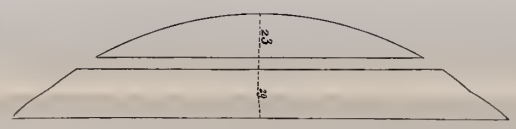
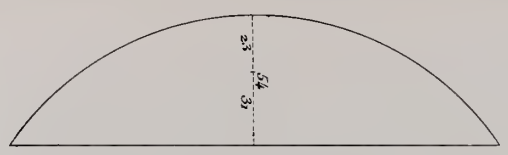
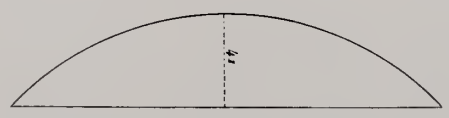
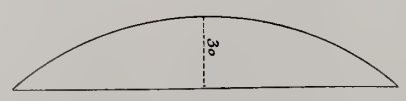
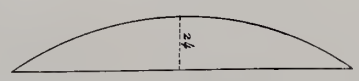
On remarquera que les trois premiers mélanges rouge et violet, rouge et bleu indigo, rouge et bleu cyané, sont situés à des points du spectre qui produisent des intervalles au-dessus de ceux des complémentaires; tandis que les trois derniers mélanges rouge et vert, rouge et vert jaune, rouge et jaune montrent des espacements au-dessous de ceux des complémentaires.

Chacun de ces mélanges, au-dessus ou au-dessous des distancements spectraux particuliers aux complémentaires, pour se projeter dans l'espace, se transforme de spectre de ligne qu'il est en spectre de bande, selon les principes que nous avons ultérieurement établis.

Ces principes, faut-il les préciser à nouveau ? Disons donc que deux raies spectrales se réunissent exactement, c'est-à-dire se transforment de spectre de ligne en spectre de bande quand elles sont complémentaires. Plus rapprochées que les complémentaires deux raies se rejoignent de même façon qu'il est dit précédemment. Plus éloignées que les associations binaires de couleurs donnant du blanc à la vision, deux raies se partagent un des espacements spectraux qui revient à l'une des complémentaires qui règne dans les parages fréquentés par les deux raies précitées; ce qui signifie que le spectre de bande se divise en deux portions, chacune de ces

Planche VIII.



MÉLANGES de HELMHOLTZ	LONGUEURS D'ONDE	FORMES-LUMIÈRE	PROPORTIONS de ces FORMES-LUMIÈRE
Rouge et Violet	6.717 à 5.828 4.883 à 4.104		**Calotte hémisphéroïde** Hauteur . . . . . 23 Base . . . . . 142 **Partie hémisphéroïde** Hauteur . . . . . 34 Petit diamètre . . . . 200 Grand diamètre 235
Rouge et Bleu indigo	6.717 à 5.828 5.109 à 4.385		**Calotte hémisphéroïde** Hauteur . . . . . 23 Base . . . . . 142 **Partie hémisphéroïde** Hauteur . . . . . 30 Petit diamètre . . . . . 193 Grand diamètre. 225
Rouge et *Bleu cyané*	6.717 à 5.828 5.751 à 4.966		**Calotte hémisphéroïde** Hauteur . . . . . 23 Base . . . . . 142 ***Partie hémisphéroïde*** Hauteur . . . . . 29 Petit diamètre . . . . . 158 Grand diamètre 212
Rouge et Vert bleu	6.717 à 5.101		**Calotte hémisphéroïde** Hauteur . . . . . 54 Base 206
Rouge et Vert	6.717 à 5.272		**Calotte hémisphéroïde** Hauteur . . . . . 41 Base 186
Rouge et Jaune vert	6.717 à 5.589		**Calotte hémisphéroïde** Hauteur. . . . . 30 Base 160
Rouge et Jaune	6.717 à 5.803		**Calotte hémisphéroïde** Hauteur . . . . . 24 Base 143

raies en ayant la moitié. Ajoutons encore que les bandes se produisent constamment dans le sens de l'intérieur des raies que l'on mélange.

Nous pouvons dès lors, à l'aide des points du spectre auxquels correspond chacune des couleurs qui se mélangent chaque fois avec le rouge λ 6717 et des principes qui régissent les transformations des spectres de ligne en spectres de bande, nous pouvons, disons-nous, fixer successivement pour les sept réunions binaires en question les surfaces spectrales qu'elles doivent respectivement occuper.

Les figures ci-contre représentent ces surfaces étalées sept fois sur le champ du spectre normal visible (Planche VIII).

Il est facile maintenant de trouver la forme-lumière de chacun de ces mélanges. On sait que leur projection dans l'espace (sous l'empire de la force centripète qui assemble les radiations les plus actives au centre et les plus lentes à la circonférence) est de forme hémisphéroïde.

Dans ces conditions, il ne nous reste plus qu'à nous servir des règles et des mesures que nous venons de rapporter pour établir un tableau donnant aussi exactement que possible la forme-lumière de la couleur rouge mélangée successivement au violet, au bleu indigo, au bleu cyané, au vert bleu, au vert, au jaune vert et au jaune.

Ce travail que nous avons fait, nous l'exposons ci-contre (Planche IX).

Mais comment allons-nous procéder pour établir la valeur excitatrice de chacune de ces formes-lumière ?

Et d'abord qu'entendons-nous par la valeur excitatrice d'une forme-lumière ?

Nous avons dit antérieurement que le spectre était sillonné de trois points influençant la vision au maximum. Rappelons encore que ces points sont assez fixes pour être représentés par trois radia-

tions que nous allons exprimer en longueur d'onde pour les remémorer au lecteur :

1° La radiation 0,5700 à 0,5800, qui est le point maximum de la sensibilité visuelle ;

2° La radiation 0,5610, qui est le point maximum des intensités lumineuses ;

3° La radiation 0,5000, qui est le point maximum de la sensibilité lumineuse brute.

La lutte des influences que nous venons d'énumérer (influences qui sont autant de circonstances excitatrices visuelles) a son point résultant qui tombe, comme on sait, à la radiation n° 586 de notre graduation spectrale en mille parties.

C'est donc à la radiation n° 586 que revient le pouvoir d'influencer la vision au maximum, autrement dit c'est elle qui possède la plus grande *valeur excitatrice* du spectre normal visible.

Or, si l'on veut bien remarquer que la valeur excitatrice de cette radiation correspond à la plus petite quantité de lumière qu'une radiation peut émettre pour produire une sensation de couleur sur la rétine, on peut définir la valeur excitatrice d'une raie spectrale en disant qu'elle est en raison inverse de la quantité de surface-lumière qu'il faut qu'une radiation développe sur le minimum superficiel rétinien pour l'irriter au minimum.

Mais existe-t-il des expériences d'optique physiologique nous permettant de connaître les minima perceptibles de la totalité des radiations du spectre visible ?

Si nous prenons la radiation n° 586 comme minimum des minima perceptibles, nous sommes obligés, comme pour la fixation des formes-lumière des couleurs simples, de restreindre nos connaissances à la série des sept doubles longueurs d'onde dont Helmholtz a déterminé le rapport. Et nous avons démontré antérieurement par la méthode pondérale que ce rapport n'intéressait que la

portion du spectre comprise entre le milieu de l'orangé jusqu'au commencement du vert. Un tel état d'expériences pauvres et écourtées nous force encore ici à délaisser le point spectral qui possède réellement le plus grand pouvoir d'irriter la rétine pour aller à un autre point, très rapproché il est vrai de celui-ci, mais malheureusement tout à fait spécial dans le trio des circonstances excitatrices. Nous voulons parler de la radiation n° 550, qui est le point maximum des intensités lumineuses. En effet, le tableau des proportions de lumière représentées par les coefficients d'égale clarté de Macé de

LONGUEURS d'onde	COEFFICIENTS D'ÉGALE CLARTÉ — Q = 0,25	INVERSES DES COEFFICIENTS D'ÉGALE CLARTÉ — I = 10.000
6700	44,33	225
6250	3,405	2937
5890	1,315	7606
5610	1,015	9850
5370	1,100	9095
5170	1,933	5176
5000	5,174	1931
4850	11,40	876
4710	18,80	531
4590	35,94	278
4490	49,63	201
4390	71,00	140
4300	116,1	86

Lépinay donne les quantités de lumière qu'il faut nécessairement à treize radiations couvrant le champ entier spectral pour obtenir le même éclat que celui de la radiation voisine de la raie D (longueur d'onde 5610), et comme ces coefficients sont les rapports des

surfaces-lumière capables d'exciter la rétine au minimum, nous pouvons prendre les inverses de ces coefficients (qui deviennent alors des coefficients d'inégales clartés) d'abord pour les mesures des intensités lumineuses relatives dans le spectre et enfin pour des valeurs excitatrices attachées à chacune des raies spectrales désignées par leur longueur d'onde.

Répétons que les inverses des coefficients d'égale clarté qui représentent les intensités lumineuses relatives ou la luminosité des radiations, sont aussi, d'après ce que nous avons expliqué, les valeurs excitatrices des raies spectrales.

Par suite, ces inverses des coefficients d'égale clarté, que nous possédons pour une série de points s'étalant sur toute l'étendue spectrale, on conçoit qu'ils peuvent être employés comme points de repaire pour la détermination des valeurs excitatrices de toutes les raies spectrales.

Dans ce but, afin d'obtenir un résultat aussi voisin que possible de ce desideratum, nous avons accordé aux douze intervalles compris entre les longueurs d'onde treize fois désignées, le partage par moitié des coefficients en question.

Bref, en divisant préalablement le spectre en mille parties et en partageant les valeurs excitatrices comme il vient d'être dit, nous avons pu établir un tableau propre à servir de base à nos calculs concernant la fixation de la valeur excitatrice des formes-lumière quelconques.

Avant de démontrer que les mélanges des couleurs peuvent s'expliquer par la comparaison de leur forme-lumière et la détermination de la composition de l'excitation inhérente à cette forme, on observera que la forme-lumière est constituée essentiellement d'un poids-lumière, partant que ce poids et cette forme ne peuvent se concevoir séparés ou indépendants.

TABLEAU

SPECTRE VISIBLE DE A A H

A

NUMÉROS DES RADIATIONS.	VALEURS EXCITATRICES des radiations.			LONGUEURS D'ONDE.
De 247 à 331	. . . . 225	. 247 .	———	6700
			331	
De 331 à 374	. . . . 2937	. 374 .	———	6250
De 374 à 421				
			421	
De 421 à 468	. . . . 7606	. . 468	———	5890
De 468 à 507				
			507	
De 507 à 545	. . . . 9850	. 545 .	———	5610
De 545 à 578				
			578	
De 578 à 611	. . . . 9095	. 611 .	———	5370
De 611 à 639				
			639	
De 639 à 666	. . . . 5176	. 666 .	———	5170
De 666 à 689				
			689	
De 689 à 712	. . . . 1931	. 712 .	———	5000
De 712 à 733				
			733	
De 733 à 753	. . . . 876	. 753 .	———	4850
De 753 à 772				
			772	
De 772 à 791	. . . . 531	. 791 .	———	4710
De 791 à 808				
			808	
De 808 à 824	. . . . 278	. 824 .	———	4590
De 824 à 838				
			838	
De 838 à 852	. . . . 201	. 852 .	———	4490
De 852 à 866				
			866	
De 866 à 879	. . . . 140	. 879 .	———	4390
De 879 à 892				
			892	
De 892 à 904	. . . . 86	. 904 .	———	4300

H

Outre la valeur pondérale du poids-lumière total d'un mélange, c'est-à-dire la force très caractérisée qu'il a d'entrer plus ou moins profondément au sein du minimum superficiel excitable de la membrane élastique nerveuse de l'œil et de lui imposer son effigie, chaque radiation composante possède un poids spécial plus ou moins supporté agréablement par l'organe qui reçoit l'irritation lumineuse.

La pression étant le seul agent physique qui modifie la rétine, chacune de ces radiations composantes est passible d'une action pondérale qui modifie mécaniquement les couches nombreuses de ce tissu sensible. Il se produit une contraction dont les limites extrêmes s'harmonisent avec les activités extrêmes du spectre visible. Or, ce travail contractile, cette excitation rétinienne plaît à l'organe surtout quand l'effort compressif de la lumière est moyen.

Ce sont, par conséquent, les radiations dont le poids-lumière est le plus voisin d'un certain milieu spectral qui seront senties de préférence, qui auront, si l'on veut, la priorité de la sensation.

Par suite, les propriétés élastiques de la rétine, le jeu de sa tension, l'aise ou le malaise de l'organe qui souffre des excès comme il se complaît dans les exercices modérés, sont les causes qui cantonnent aux environs du centre du spectre visible les plus grandes valeurs excitatrices.

Revenons maintenant à l'explication des résultats obtenus par les mélanges des couleurs en général. A cet effet, nous allons aborder l'examen des mélanges du rouge avec les sept couleurs désignées au tableau que nous avons donné antérieurement et dont Helmholtz est le consciencieux physiologiste, rapporteur des sensations conséquentes reçues.

Les règles établies par Helmholtz, à savoir : « 1° lorsqu'on mélange deux couleurs simples qui sont moins éloignées dans le spectre que deux couleurs complémentaires, il en résulte une des couleurs intermédiaires, qui tire d'autant plus sur le blanc que

l'intervalle entre les couleurs employées est plus considérable, et qui est, au contraire, d'autant plus saturée que cet intervalle est plus petit; 2° si l'on mélange deux couleurs qui sont plus éloignées, dans la série spectrale, que des couleurs complémentaires, on obtient du pourpre ou des couleurs intermédiaires entre l'une des couleurs mélangées et l'extrémité correspondante du spectre. Dans ce cas, le mélange est d'autant plus saturé que l'intervalle des couleurs dans le spectre est plus grand, et d'autant plus blanchâtre que cet intervalle est plus petit, tout en restant supérieur à celui des deux couleurs complémentaires. » Ces règles, nous les confirmerons en tous points sans jamais nous écarter des principes mécaniques fondamentaux de notre théorie de la vision.

En effet, les mélanges rouge et violet, rouge et bleu indigo, rouge et bleu cyané, rouge et vert bleu, rouge et vert, rouge et jaune vert, rouge et jaune, qui donnent des sensations pourpre, rose foncé, rose blanchâtre, blanc, jaune blanchâtre, jaune d'or, orangé sont sous la dépendance d'un mécanisme rétinien se recommandant des deux mêmes fonctions synthétisées qui constituent l'action sensitive du toucher, lequel toucher reconnaît le poids et la forme des corps parmi la multiplicité de leurs propriétés.

Mais les fonctions organiques sont des mouvements; mais les mouvements dans la rétine sont des contractions; mais les contractions rétiniennes sont la cause des sensations visuelles.

D'où les deux fonctions organiques susnommées correspondent séparément à deux sensations distinctes :

1° La sensation de couleur.

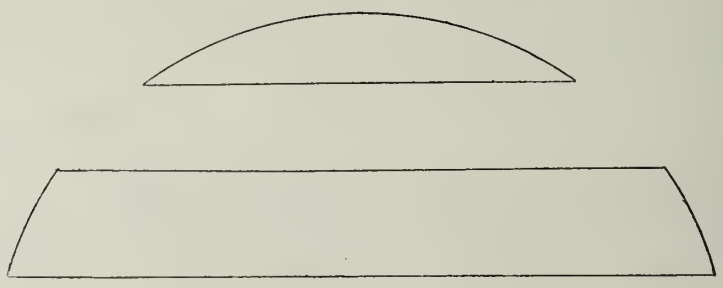
2° La sensation de saturation de couleur.

La sensation de couleur est la conséquence de l'action du milieu d'équilibre ou des milieux d'équilibre de la valeur excitatrice ou des valeurs excitatrices des radiations comprises dans chacun de ces mélanges.

La sensation de saturation de couleur découle des formes-lumière égales à ⌓ ou à ⌯ plus ou moins réduites dans les projections que fournissent ces différentes réunions binaires de couleurs.

Le résultat définitif, celui que l'œil aperçoit lorsque deux couleurs sont mélangées, est, par suite, fait de la synthèse de ces deux sensations, c'est-à-dire de l'influence simultanée du milieu ou des milieux d'équilibre de la valeur ou des valeurs excitatrices et des formes-lumière égales à ⌓ ou à ⌯.

Ainsi expérimentons sur le mélange rouge et violet; le milieu d'équilibre des valeurs excitatrices de la demi-bande du rouge (calotte hémisphéroïde) réside à la radiation 431. Le milieu d'équilibre des valeurs excitatrices de la demi-bande du violet (fragment hémisphéroïde) réside à la radiation 804. Si nous observons ensuite que la forme-lumière égale à ⌓ est transformée dans ce mélange en une figure hémisphéroïde présentant une portion absente vers le centre comme le montre le schème ci-dessous,



nous constatons : 1° Que les éléments contractiles et nerveux contenus dans le minimum rétinien excitable à la lumière (lesquels éléments reçoivent le mélange rouge et violet) ne donnent pas de sensation blanche par suite de l'extrême déformation de la forme-lumière de ce mélange qui est aussi dissemblable de l'image de la

lumière blanche égale à ⌓ que de l'image des complémentaires, égale à ⌔.

2° Que l'influence des milieux d'équilibre des valeurs excitatrices des deux portions hémisphéroïdes ci-dessous, seule domine.

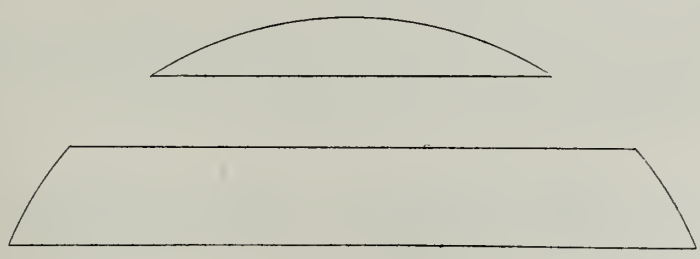
		Numéro de la radiation.
Calotte hémisphéroïde	Valeurs excitatrices = 833.165 . . Milieux dits d'équilibre = 416.582.	431
Partie hémisphéroïde	Valeurs excitatrices = 65.624 . . . Milieux dits d'équilibre = 32.812.	804

Le résultat est donc composé de la double sensation orangé tirant sur le rouge et bleu tirant sur le violet, soit pourpre.

Pour le mélange rouge et bleu indigo :

Le milieu d'équilibre du rouge est situé à la radiation. . . .	431
Le milieu d'équilibre du bleu indigo est situé à la radiation.	722

La forme-lumière de ce mélange étant



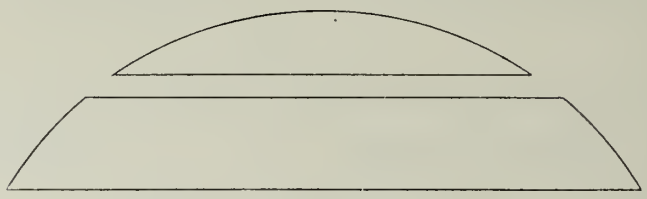
c'est-à-dire assez éloignée de la forme-lumière égale à ⌓, le résultat est encore la conséquence de l'action double des milieux d'équilibre, soit rose foncé.

Pour le mélange rouge et bleu cyané :

Le milieu d'équilibre des valeurs excitatrices de la calotte hémisphéroïde rouge est situé à la radiation 431.

Le milieu d'équilibre des valeurs excitatrices du fragment hémisphéroïde bleu cyané est situé à la radiation 58.

La forme-lumière de ce mélange étant :



beaucoup plus voisine que les deux précédentes de la forme-lumière égale à , par ce fait que la discontinuité de l'hémisphère est moins accusée, l'action des milieux d'équilibre se contre-balance avec l'influence de la forme-lumière qui procure la sensation blanche. Aussi le résultat est rose blanchâtre. On remarquera encore que la forme-lumière de ce mélange rouge et bleu cyané est plus approchante de la forme-lumière égale à que ne le montre la réunion du rouge au violet et du rouge au bleu indigo.

En somme, on peut observer que les trois figures des mélanges sur lesquels nous venons d'opérer sont plus éloignées des formes-lumière égales à et à , dans l'ordre suivant :

Mélanges	Rouge et violet.	Résultat pourpre.
	Rouge et bleu indigo . . .	Résultat rose foncé.
	Rouge et bleu cyané . . .	Résultat rose blanchâtre.

Or, plus la forme-lumière de ces mélanges est différente des formes-lumière égales à et à et plus les résultats chroma-

tiques que donnent ces mélanges sont saturés, c'est-à-dire exempts de blanc.

Continuons à rechercher dans la synthèse des influences des formes-lumière et milieux d'équilibre des valeurs excitatrices des projections sur la rétine des quatre mélanges des couleurs qui restent à étudier l'explication des sensations résultantes.

Pour le mélange rouge et vert bleu, c'est l'accord synthétique de la forme-lumière égale à et du milieu d'équilibre des valeurs excitatrices qui tombe à la radiation 534 qui donne la visuelle physiologique blanche. Nous avons affaire ici au cycle partiel mais de mesure procurant la même sensation que le cycle total égal à .

Nous avons dit ailleurs comment l'un et l'autre de ces cycles étaient des variantes de la sensation blanche[1].

Passons ensuite aux trois derniers mélanges : rouge et vert, rouge et jaune vert, rouge et jaune. Ces mariages binaires de couleurs présentent des projections sur la rétine dont les formes-lumière sont des diminutifs de la forme-lumière égale à , et comme chacune de ces projections est composée d'une seule figure en calotte (à l'encontre des trois premiers mélanges qui présentaient une figure interrompue au centre, soit deux figures : une calotte hémisphéroïde et un fragment hémisphéroïde), cette forme ininterrompue, une, que montrent les trois mélanges précités, implique une seule détermination pour les valeurs excitatrices, par conséquent un seul milieu d'équilibre pour le mélange rouge et vert, une seule déter-

1. Faisons observer ici que le milieu d'équilibre de la valeur excitatrice de la 1e complémentaire de Helmholtz tombe à la radiation 534, tandis que le milieu d'équilibre de la valeur pondérale de cette complémentaire est situé seulement à la radiation 441. Or 534 n'est pas en dehors des trois influences excitatrices allant de la longueur d'onde 5 000 à 5 800, tandis que 441 y est.

Nous en concluons que si nous calculions à quelle radiation correspond chacune des sept complémentaires de Helmholtz, en prenant pour base les valeurs excitatrices, nous obtiendrions des points spectraux entrant tous dans le cadre des influences excitatrices limitées entre les radiations 490 et 710 environ.

MÉLANGES de HELMHOLTZ	LONGUEURS D'ONDE	FORMES-LUMIÈRE	PROPORTIONS de ces FORMES-LUMIÈRE
Rouge et Violet	6.717 à 5.828 4.883 à 4.104		**Calotte hémisphéroïde** Hauteur. . . . . 23 Base . . . . . 142 **Partie hémisphéroïde** Hauteur. . . . . 34 Petit diamètre. . 200 Grand diamètre. 235
Rouge et Bleu indigo	6.717 à 5.828 5.109 à 4.385		**Calotte hémisphéroïde** Hauteur. . . . . 23 Base . . . . . 142 **Partie hémisphéroïde** Hauteur. . . . . 30 Petit diamètre. . 193 Grand diamètre. 225
Rouge et Bleu cyané	6.717 à 5.828 5.751 à 4.966		**Calotte hémisphéroïde** Hauteur. . . . . 23 Base . . . . . 142 **Partie hémisphéroïde** Hauteur. . . . . 29 Petit diamètre. . 158 Grand diamètre. 212
Rouge et Vert bleu (1)	6.717 à 5.101		**Calotte** Hauteur. . . . . 54 Base 206
Rouge et Vert	6.717 à 5.272		**Calotte** Hauteur. . . . . 41 Base 186
Rouge et Jaune vert	6.717 à 5.589		**Calotte** Hauteur. . . . . 30 Base 160
Rouge et Jaune	6.717 à 5.803		**Calotte** Hauteur. . . . . 24 Base 143

(1) On peut observer que pour le quatrième mélange, rouge et vert bleu, nous n'avons pas pris exactement l'espacement spectral de la première complémentaire de Helmholtz qui s'étend de

VALEURS EXCITATRICES	MILIEUX dits D'ÉQUILIBRE	RADIATION où réside CES MILIEUX	COULEURS RÉSULTANTES
269 à 486 } 833.165	416.582	431	Pourpre
745 à 960 } 65.624 / 898.789	32.812	804	
269 à 486 } 833.165	416.582	431	Rose foncé
683 à 898 } 186.824 / 1.019.989	93.412	722	
269 à 486 } 833.165	416.582	431	Rose blanchâtre
506 à 721 } 1.583.671 / 2.416.836	791.835	589	
269 à 690 } 2.507.167	1.253.583	534	Blanc
269 à 640 } 2.251.612	1.125.806	520	Jaune blanchâtre
269 à 554 } 1.437.841	718.920	471	Jaune d'or
269 à 492 } 878.801	439.400	436	Orangé

6717 à 5035, c'est que le vert bleu commence seulement à la longueur d'onde 5101 (radiation 690). — Voir, page 265, le tableau explicatif spectral.

mination des valeurs excitatrices et un seul milieu d'équilibre pour le mélange rouge et jaune vert et une seule détermination et un seul milieu d'équilibre pour le mélange rouge et jaune.

Mais, pour faire la synthèse de la sensation de ces trois unions binaires et suivre à la lettre les principes théoriques que nous avons appliqués aux trois premiers mélanges, que devons-nous constater ? Nous devons constater nécessairement que c'est le milieu d'équilibre des valeurs excitatrices de chacune des calottes hémisphéroïdes des trois derniers mélanges en question qui donnent la couleur résultante et que cette couleur possède un degré de saturation d'autant plus accusé que la forme-lumière de la calotte paraît s'éloigner davantage de celle des complémentaires égale à . Or, ces conditions décrites à l'avance se rencontrent absolument dans le tableau que nous présentons pages 354-355 et qui tient lieu dès lors d'une démonstration. On peut y observer en effet que chaque milieu d'équilibre des valeurs excitatrices totales de chacune des formes-lumière des mélanges rouge et vert, rouge et jaune vert, rouge et jaune, correspond exactement à une radiation qui est de la couleur même indiquée comme résultante par Helmholtz. De plus, en comparant ces trois figures avec la calotte hémisphéroïde de la complémentaire rouge et vert bleu, on peut observer que la couleur résultante de ces mélanges tire d'autant plus sur le blanc que la forme-lumière de l'union binaire, qui a créé cette couleur résultante, est plus approchante de la forme-lumière égale à .

§ VII. — *Formes-lumière des couleurs simples.*

Une forme quelconque a trois dimensions : la largeur, l'épaisseur et la hauteur. Pour les formes-lumière des couleurs simples, on peut réduire à deux la recherche de ces dimensions. En effet, la

hauteur et la largeur peuvent suffir pour fixer la figuration de chaque radiation spectrale agissant sur la rétine.

Les causes qui donnent à la hauteur et à la largeur le pouvoir de déterminer seules les formes-lumière des couleurs simples sont les suivantes :

1° Parce que le minimum superficiel rétinien excitable à la lumière est de forme circulaire ;

2° Parce que les fils-lumière d'une seule raie spectrale ayant même vitesse et même poids marchent parallèlement dans l'espace.

Or, si la largeur de la figure-lumière ne peut être que de forme circulaire, c'est le diamètre de la surface rétinienne excitable qui donnera la première dimension et comme les fils-lumière se propagent parallèlement, ils pénétreront dans la membrane sensible de l'œil en produisant une figure-lumière cylindrique d'une certaine hauteur ; cette hauteur est la seconde dimension.

La fixation de la forme lumière des couleurs simples spectrales peut donc être ramenée, dans tous les cas, à la recherche du volume d'une figure engendrée par la révolution d'un rectangle tournant autour d'un de ses côtés, et comme précisément la formule qui donne le volume de cette figure (le cylindre) est $\pi R^2 H$, on voit que la géométrie appuie l'assertion que nous avons avancée : à savoir qu'il n'existe que deux dimensions indispensables pour obtenir les schèmes des projections rétiniennes des lumières simples colorées fournies par les multiples raies spectrales.

On sait que la lumière qui agit sur la rétine n'excite pas cette membrane en raison de l'activité des radiations. Nous avons déjà cité trois circonstances excitatrices qui influent sur la quantité de lumière nécessaire pour emplir le minimum superficiel de la membrane nerveuse oculaire et on a pu observer que ces circonstances sont placées dans la moyenne des activités radiales du spectre visible.

C'est du moins ce qu'il ressort de la lutte des actions irritatrices : 1° du maximum de sensibilité visuelle qui tombe entre les longueurs d'onde 0,57, 0,58 (Charpentier); 2° du maximum des intensités lumineuses placé dans le jaune un peu plus réfrangible que la raie D; 3° du maximum de sensibilité lumineuse brute situé dans la région verte voisine du bleu, vers $\lambda = 0\mu.500$.

La résultante de ces actions a été fixée par nous, à l'aide de la méthode pondérale, au numéro 581 de notre division spectrale en mille parties.

Mais ces trois maxima (dont les mutuelles influences se trouvent contre-balancées à la radiation 581) n'ont-ils d'autorité que lorsque des lumières colorées ou des couleurs pigmentaires, situées dans le champ spectral où ceux-ci ont élu domicile, se trouvent mélangés ou réunis en un même endroit pour être ensuite dirigés sur les éléments rétiniens? Enfin peut-on savoir ce qu'il advient de ces diverses influences, quand on présente au minimum de la surface rétinienne excitable à la lumière des activités radiales de même réfrangibilité, c'est-à-dire franches de tout mélange?

Est-ce le maximum de sensibilité visuelle qui agit? Est-ce le maximum des intensités lumineuses? ou bien le maximum de sensibilité lumineuse brute? Doit-on plutôt prendre le point radial résultant de la lutte des actions irritables pour déterminer la proportion de surface-lumière nécessaire pour produire la plus petite sensation primitive de couleurs?

Le plus simple des raisonnements indique suffisamment que le point radial résultant de la lutte des influences irritatrices doit être fourni par le poids-lumière capable d'occasionner à la rétine le maximum d'excitation, lequel poids-lumière représentera par conséquent le minimum perceptible de la totalité des couleurs spectrales.

Malheureusement, pour satisfaire à notre désir de connaître la forme-lumière des couleurs simples, la radiation 581 de notre divi-

sion du spectre au millième ne possède pas de mensurations partant d'elle et s'étendant aux deux extrémités du spectre, car la proportionnalité des excitations, après et avant 581, est limitée seulement au rapport des surfaces des cercles complémentaires en harmonie comme on sait avec le rapport des longueurs d'onde des couleurs simples complémentaires déterminé par Helmholtz.

En effet, on peut observer au tableau ci-dessous que nous ne possédons de documents propres à fixer les formes-lumière d'après la radiation 581 que depuis le milieu de l'orangé jusqu'au commencement du vert.

NUMÉROS des CERCLES.	RAPPORT des surfaces des cercles complémentaires.	POIDS-LUMIÈRE de la radiation où tombe chacun des milieux d'équilibre.		COULEURS CORRESPONDANTES.
		NUMÉROS.	POIDS.	
1	333	441	560	Orangé.
2	254	515	486	Jaune verdâtre.
3	214	559	442	Vert jaunâtre.
4	197	581	420	Vert naissant.
5	221	601	400	Vert jaunâtre.
6	221	607	394	Vert.
7	301	609	392	Vert.

Nous n'aurions donc de forme-lumière ni pour le rouge, ni pour l'orangé, ni pour le bleu, ni pour le violet, sans omettre le vert pour lequel, en grande partie, nous ne pourrions établir de schème de projection.

Ces conditions restreintes que fournit la radiation 581 ne pouvant nous donner qu'une idée incomplète des formes-lumière des couleurs spectrales simples, nous avons choisi pour exécuter notre

projet l'excitation qui a le rang intermédiaire dans le trio sus-désigné. Or cette excitation, c'est le maximum des intensités lumineuses fixé dans le jaune plus réfrangible que la raie D. Elle tombe au numéro radial 550, très proche, on le voit, de 581. Ce choix a en outre l'avantage de nous entourer de tous les éléments de calcul désirables, quant aux tracés des formes-lumière des couleurs les plus extrêmes du spectre normal.

D'abord on a pu traduire en mesures les impressions d'éclat plus ou moins vif laissées par les diverses couleurs spectrales. Nous avons déjà parlé de ces expériences de comparaison réalisées dans des conditions bien déterminées. Le photomètre à baguette a permis de calculer les proportions dans lesquelles il faut employer les couleurs spectrales des diverses longueurs d'onde pour leur communiquer le même éclat qu'à la lumière voisine de la raie D.

Le tableau suivant est pris dans le « Cours de physique de l'École polytechnique de M. Jamin, par M. Bouty », qui l'a emprunté, si nous ne nous trompons, à MM. Macé de Lépinay et Nicati. Il donne les proportions précitées représentées par des coefficients à peu près invariables dans la région la moins réfrangible du spectre.

On remarquera que ces coefficients croissent avec l'intensité Q seulement à partir de la longueur d'onde 5000 jusqu'à l'extrême violet et 5000 est le point du spectre où la sensibilité lumineuse brute atteint son maximum.

LONGUEURS D'ONDE	Q = 0,25	Q = 0,50	Q = 1,00	Q = 1,25	Q = 2,50
6 700	44,33	44,33	44,33	44,33	44,33
6 250	3,405	3,405	3,405	3,405	3,405
5 890	1,315	1,315	1,315	1,315	1,315
5 610	1,015	1,015	1,015	1,015	1,015
5 370	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
5 170	1,933	1,933	1,933	1,933	1,933
5 000	5,174	5,259	5,345	5,369	5,461
4 850	11,40	11,82	12,26	12,40	12,87

LONGUEURS D'ONDE	Q — 0,25	Q = 0,50	Q = 1,00	Q = 1,25	Q = 2,50
4 710	18,80	19,87	21,00	21,41	22,59
4 590	35,94	38,56	41,36	42,40	45,38
4 490	49,63	54,07	58,91	60,73	65,97
4 390	71,02	78,41	86,57	89,59	98,67
4 300	116,1	130,0	145,5	151,3	168,9

Or ces coefficients, que sont-ils au point de vue physiologique ?

Ils représentent le rapport des surfaces-lumière des minima rétiniens excitables à la lumière émise par des radiations prises dans toutes les régions du spectre normal visible.

Mais comme ces surfaces-lumière sont circulaires, ces coefficients sont en réalité des surfaces de cercles dont il convient de calculer les diamètres pour obtenir la première dimension de nos formes-lumière des couleurs simples, c'est-à-dire la largeur.

Nous avons opéré sur les premiers chiffres du tableau, Q = 0,25 et nous avons obtenu les diamètres correspondants ci-dessous :

LONGUEURS D'ONDE.	INTENSITÉS RELATIVES Q = 0,25.	DIAMÈTRES DES CERCLES ayant comme surfaces ces intensités.
6700	44,33	75 »
6250	3,405	21 »
5890	1,315	12,9
5610	1,015	10,6
5370	1,100	10,9
5170	1,933	15,7
5000	5,174	26 »
4850	11,40	36 »
4710	18,80	49 »
4590	35,94	67,6
4490	49,63	79,2
4390	71,02	95,2
4300	116,1	121,4

Ces diamètres sont les rapports des largeurs des formes-lumière. Il s'agit maintenant d'en faire la transposition sur la rétine.

Les grandeurs des plus petites images perceptibles ont été calculées d'après les observations de Hooke, Tob. Mayer, E.-H. Weber, Volkmann, etc., etc.

Quoique nous ayons établi, d'après les mensurations de H. Muller et de Kölliker, que le diamètre rétinien $0^{mm},00365$, représentait la plus petite surface nerveuse de l'œil capable d'une sensation visuelle, nous demanderons, dans l'espèce d'augmenter un peu le diamètre précité, en raison de ce fait déjà rapporté, à savoir que la sensibilité de l'œil pour les couleurs décroît d'une façon continue des parties centrales aux parties périphériques du champ visuel. Il suit de là que pour fixer le diamètre de la forme-lumière originaire de la longueur d'ordre 5610 il est nécessaire de prendre une mesure permettant à l'œil de distinguer la couleur correspondant à $\lambda = 0\ \mu\ 5610$ et cela sur toute la surface rétinienne accessible à cette excitation. Or ce résultat ne peut être atteint qu'à l'aide d'une augmentation diamétrale. Nous proposons $0^{mm},00450$, ce chiffre nous le considérons comme le diamètre de la forme-lumière engendrée par la longueur d'onde 5610 qui possède le plus petit coefficient d'inégale clarté, soit 1,015. Quant aux diamètres des autres formes-lumière, il suffira d'une simple règle de trois pour les posséder tous. Exemple : Pour la longueur d'onde 6700 nous opérerons en raisonnant comme suit : lorsque le plus petit diamètre des cercles a pour rapport 10,6, le diamètre réel de ce cercle est 0,00450, quand le diamètre d'un autre cercle a pour rapport 75, quel est le diamètre de ce cercle?

Les largeurs diamétrales des formes-lumière de la série des couleurs simples du spectre (série Macé de Lépinay) que nous donnons ci-après ont été calculées de cette manière.

NUMÉROS.	LONGUEURS D'ONDE.	RAPPORTS DES DIAMÈTRES des cercles.	DIAMÈTRE RÉEL DES CERCLES sur la rétine.
1	6700	75	0,03183750
2	6250	21	0,00891450
3	5890	12,9	0,00547605
4	5610	10,6	0,00450000
5	5370	10,9	0,00462705
6	5170	15,7	0,00666465
7	5000	26	0,01103700
8	4850	36	0,01528200
9	4710	49	0,02080050
10	4590	67,6	0,02863620
11	4490	79,2	0,03362040
12	4390	95,2	0,04041240
13	4000	121,4	0,05153443

Essayons à présent de déterminer la hauteur de ces formes-lumière.

Les hauteurs des formes-lumière sont subordonnées aux épaisseurs que montre la rétine à différents endroits de son hémisphère.

L'épaisseur de la rétine autour du nerf optique est de 0,22, à la partie postérieure du globe de l'œil de 0,164 ou 0,135, à l'équateur de 0,084, au bord antérieur 0,09. (*Mensurations de Krauss et de Kölliker.*)

Si nous prenons pour moyenne de l'épaisseur rétinienne la plus directement exercée par la lumière 0,150, les hauteurs des formes-lumière évolueront dans un espace exactement de cette étendue.

LONGUEURS D'ONDE.	PLACEMENT EN 1/100e du spectre.	SPECTRE NORMAL VISIBLE A à H.		HAUTEUR EN MILLIMÈTRES AH — 0mm,150.
			A	
			R	
6700	247/1000			0,11298
6250	374/1000		R.O.	0,09390
			O.	
5890	468/1000		J.O.	0,07980
			J.	
5610	545/1000		J.V.	0,0682
5370	611/1000			0,0584
			V.	
5170	666/1000			0,0501
			V.B.	
5000	712/1000		B.C.	0,0432
4850	753/1000			0,0371
4710	791/1000		B.	0,0314
4590	824/1000			0,0264
4490	852/1000			0,0222
4390	879/1001		B.V.	0,0182
4000	904/1000			0,0144
			V.	
			H.	

En divisant 0,150 en mille parties, comme le spectre visible, la hauteur d'une forme-lumière émanant de n'importe laquelle des radiations résultera de la position même qu'occupe cette radiation dans l'étendue du champ spectral.

Dans ces conditions, les hauteurs des formes-lumière suivront les poids des raies spectrales. C'est la forme-lumière du violet extrême qui aura la plus petite hauteur parce qu'elle correspond au plus petit poids-lumière ou à la plus faible contraction rétinienne. Partant la forme-lumière rouge extrême aura la plus grande hauteur à cause de son poids qui est le plus lourd et qui occasionne la plus forte contraction rétinienne.

LONGUEURS D'ONDE.	DIVISIONS DU SPECTRE.	NUMÉROS DES FIGURES.	HAUTEUR DES formes-lumière des couleurs simples.	LARGEUR DES formes-lumière des couleurs simples.
6700	247	1	0,11298	0,03183750
6250	374	2	0,09390	0,00891450
5890	468	3	0,07980	0,00547605
5610	545	4	0,0682	0,00450
5370	611	5	0,0584	0,00462705
5170	666	6	0,0501	0,00566465
5000	712	7	0,0432	0,011037
4850	753	8	0,0371	0,015282
4710	791	9	0,0314	0,02080050
4590	824	10	0,0264	0,02863620
4490	852	11	0,0222	0,03362040
4390	879	12	0,0182	0,04041240
4000	904	13	0,0144	0,05153443

Le tableau, page 364, contient les hauteurs des formes-lumière des quelques raies spectrales désignées par leur longueur d'onde et dont les intensités proportionnelles ont été déterminées par MM. Macé de Lépinay et Nicati. Comme nous avons déjà les diamètres réels des cercles rétiniens dont les surfaces ont pour rapport les coefficients de ces intensités, nous avons réuni les hauteurs des formes-lumière à leurs diamètres correspondants dans un tableau définitif montrant les deux dimensions de toutes les formes-lumière engendrées par les treize raies spectrales sur lesquelles nous avons opéré.

Les deux dimensions des figures cylindriques de la série en question des couleurs simples étant déterminées, nous avons pu construire les schèmes de projection sur la rétine de ces treize lumières colorées spectrales. Ces schèmes sont les formes-lumière des couleurs simples prises à des intervalles suffisamment répartis sur l'étendue du domaine spectral pour que toutes les couleurs appréciables à l'œil y soient représentées.

Nous avons fait figurer ces formes-lumière (comme on peut le voir dans la planche X) les unes à côté des autres, distantes seulement d'un centimètre et rangées par ordre de grandeur. Cette disposition va nous permettre de rechercher si ces différentes formes trouvées par voie expérimentale, et dont les dimensions sont le produit pur de calculs basés sur des mesures d'intensités lumineuses[1], adaptées à des proportions rétiniennes véritables, se présentent bien sous des apparences dénonçant les propriétés élastiques, la flexibilité organique de la membrane sensible de l'œil faite, comme on sait, de cellules et de fibres nerveuses emprisonnées dans une matière contractile fibro-musculaire.

Avant tout nous devons déplorer que les documents expérimen-

1. Intensités lumineuses modifiées dans le sens de l'émission ou de la projection dans l'espace des couleurs simples, objet de ces mesures.

Planche X.

Rouge
Rouge orangé
Orangé
Jaune orangé
Jaune
J. Vert
Vert
Vt bleu.
Bl. cyané
Bleu
Bl. viol.
Violet.
6700
6250
5870
5670
5370
5170
5000
4850
4710
4590
4490
4390
4366

taux aient manqué pour établir les figures des couleurs simples d'après le point spectral où viennent se rencontrer les trois influences excitatrices principales, c'est-à-dire à la radiation 581, car nous aurions pu faire à cette place une démonstration capitale quant à la pression de la lumière et aux aptitudes de la rétine à recevoir cet effet pondéral. Sans cette dérogation, à nous imposée, on aurait vu les quantités de lumière minima que chaque couleur simple a besoin pour exciter la rétine, devenir, à partir de l'extrême violet, de plus en plus pesante jusqu'à l'extrême rouge. Et ce qui nous permet d'avancer un tel fait, c'est qu'en prenant pour minimum perceptible les rapports de Helmholtz, dont le plus petit minimum tombe comme on sait à la radiation 581, nous obtenons les résultats pondéraux progressifs que nous venons de signaler, résultats remarquables que les calculs faits avec la radiation 545, comme minimum des minima perceptibles, n'atteignent qu'irrégulièrement.

Il faut certainement regretter que les rapports de Helmholtz aient leur action agissante sur une portion aussi restreinte du spectre, car c'est la seule cause qui nous a empêché, on doit se le rappeler, de prendre ces rapports pour base de construction des formes-lumière des couleurs simples, mais nous avons cependant comme compensation un profit à tirer du fait des sept résultats progressifs pondéraux qui restent acquis avec la radiation 581 pour minimum des minima superficiels rétiniens excitables à la lumière, c'est que, une fois de plus, nous trouvons confirmée cette proposition que le centre des luttes des trois influences excitatrices est bien à ce point spectral que l'on peut considérer maintenant comme primordial en physiologie optique et précisément dans l'étude des sensations visuelles.

Mais quoique nous perdions une occasion de démontrer mathématiquement que les minima de lumière colorée simple qui excitent la rétine possèdent des valeurs pondérales progressivement

plus grandes à partir du violet jusqu'au rouge, valeurs pondérales dénotant: 1° qu'entre les activités radiales ou les pressions radiales et l'élasticité rétinienne il existe une relation de causalité ; 2° que le poids-lumière de la surface rétinienne minimum excitable de n'importe quelle raie unique du spectre varie sans cesse comme le propre poids de cette raie, quoique nous perdions, répétons-le, une telle occasion de mettre en évidence, en valeur, ces quelques principes qui viennent appuyer notre théorie mécanique de la vision, nous pouvons néanmoins, à l'aide d'un simple examen des images de nos représentations schématiques, c'est-à-dire de ces cylindres-lumière si différenciés de forme, faire ressortir, par l'étude de la modification même qu'ils accusent au contact de la résistance rétinienne, les raisons qui concluent en la faveur de la thèse que nous soutenons quant à la nature de la lumière et au système par lequel l'œil se sensibilise sous l'action des radiations simples ou composées.

En effet, l'indice de la pression de la lumière et de l'élasticité de la membrane sensible de l'appareil oculaire est fourni par l'iconographie même des formes-lumière des couleurs simples. Ainsi lorsque la radiation spectrale correspond à une activité moyenne s'enfonçant dans les profondeurs de la rétine à peu près aux environs du centre de cette membrane, le cylindre-lumière est très étroit proportionnellement à sa hauteur. Puis, à partir d'un de ces points moyens du spectre, — par exemple à la longueur d'onde 5610, — on observera que les trois cylindres-lumière de la planche X s'élargissent progressivement avec une rapidité paraissant excessive jusqu'à la longueur d'onde 6700. Ainsi le diamètre de la forme-lumière rouge λ6700 est plus de trois fois plus grand que celui de la forme-lumière qui vient à la suite ; le rouge orangé λ6250. Cette constatation ne doit pas nous surprendre. Si le diamètre s'augmente ainsi à ces limites extrêmes spectrales, c'est que l'effort de la lumière pour faire fléchir la rétine à une telle profondeur, croît selon une pro-

gression par différence dont la raison est une quantité constante élevée par rapport à celle de la progression croissante des radiations logées au centre de la membrane nerveuse oculaire. Dans cet acte de la lumière nous voyons la preuve tangible de la complexion élastique de la rétine. L'accroissement de la résistance vers le maximum de fléchissements est normal et se trouve en conformité avec ce que nous connaissons sur le travail mécanique des ressorts en général.

Dans l'autre partie du spectre, après λ 5610, depuis le jaune jusqu'au violet, les diamètres des figures lumière des couleurs simples s'augmentent avec la réfrangibilité des raies spectrales. La cause de cet accroissement, visiblement moins rapide que celui de la portion spectrale située avant λ 5610 est d'un ordre tout différent. Les pressions des activités lumineuses à λ 5000 déjà légères deviennent insensiblement d'une faiblesse extrême jusqu'au violet. Dans ces conditions, pour être senties par les éléments excitables de la rétine, les formes-lumière s'étalent, s'élargissent. Mettez dans votre main un rond de papier d'épaisseur ordinaire et de deux millimètres de diamètre, vous ne sentirez rien ; remplacez-le par un autre rond de même épaisseur, mais de dix millimètres de diamètre, vous commencerez alors à percevoir une sensation de poids. Renouvelez maintenant cette double expérience un certain nombre de fois avec des papiers ayant ces mêmes dimensions précitées, mais successivement plus épais ; chaque fois il vous faudra réduire le diamètre du second papier pour obtenir une sensation primitive (minimum pondéral perceptible) jusqu'au moment où le petit papier de deux millimètres sera lui-même apprécié par le toucher. Nous trouvons une grande analogie entre ce qui se passe dans ces expériences et l'accroissement des surfaces des formes-lumiète. Plus leur poids est faible, plus les cylindres qui les représentent sont volumineux en largeur. N'est-ce pas l'indice d'un principe reliant la sensation

minimum à une suffisante pression ? Ne voit-on pas encore que les cônes et les bâtonnets de la rétine ont besoin d'être en nombre pour transformer en perceptions une suite de pressions si faible qu'individuellement ces éléments sensibles de l'appareil oculaire sont incapables d'en accuser la présenee ? Enfin n'est-il pas démontré en quelque sorte que c'est l'addition de tous ces poids-lumière légers qui occasionnent une sensation naissante de couleur ? Oui, l'observation raisonnée, le jugement objectif des formes-lumière de la planche X est tout à l'avantage de la théorie de la vision qui a pour base que les phénomènes physiologiques obéissent aux lois spéciales de la mécanique biologiq·ən

§ VIII. — *Contraste successif et contraste simultané.*

Étant donné deux surfaces pigmentaires ayant des colorations peu ou très dissemblables, le contraste successif est le changement chromatique qui se constate dans l'une des surfaces colorées sur laquelle nous portons les yeux après avoir fixé au préalable pendant un temps suffisant l'autre surface pigmentaire.

Le contraste simultané est la modification qui s'opère : 1° dans la composition optique de deux couleurs de nuances différentes juxtaposées, c'est-à-dire contiguës ; 2° dans l'intensité de deux tons, également contigus, d'une même couleur.

Ces deux définitions des contrastes successif et simultané montrent en quoi ces phénomènes visuels sont divergents : Dans le contraste successif l'œil passe successivement d'une couleur à une autre, tandis que dans le contraste simultané l'œil voit simultanément deux nuances.

Cependant, comme il ressort du fait même des expériences de contrastes qui vont suivre, et dont l'auteur est le signataire de cet ouvrage, que les modifications successives ou simultanées ont pour

base commune une action mécanique identique originaire des activités ou des pressions de deux nuances qui s'influencent et nuisent à la conservation de leur état chromatique primitif, nous croyons pour ces raisons et d'autres que nous ferons connaître à la suite, devoir étudier ces phénomènes sans les séparer comme on a été tenté de le faire depuis la publication « de la loi du contraste simultané des couleurs » de Chevreul (1839).

Les démonstrations qui sont contenues dans ce chapitre suffiront à établir le crédit qu'il convient d'accorder à l'assertion tendant à ne voir dans les contrastes en général qu'un seul et même élément primordial d'action, qu'une seule loi les régissant.

Pour traiter cette question de contraste selon nos principes qui donnent à l'éther lumineux une forme pour voyager dans l'espace, il nous faut envisager les phénomènes visuels sus-désignés sous un aspect tout à fait spécial.

En somme de quoi s'agit-il? De deux formes lumière qui se modifient mutuellement, passent de l'une à l'autre, se défigurent jusqu'au moment où se trouve conserver, de fait, dans la substance rétinienne, l'empreinte de la derniète occupante.

Nous n'avons pas à rechercher les formes-lumière des couleurs contrastantes, puisque nous avons antérieurement donné les moyens de déterminer les schèmes de projection des couleurs simples et composées. Aussi le mécanisme rétinien par lequel s'opère la modification et est cause de la sensation chromatique des images accidentelles [1] doit seul dans l'espèce être l'objet de notre attention.

Lorsque la membrane sensible de l'œil est frappée par une forme-lumière quelconque, la sensation de couleur qui en dérive demeure tout le temps que l'émission de cette lumière a lieu. La sensation

1. Images accidentelles ou couleurs accidentelles, c'est ainsi que, le premier, Buffon, désigna plusieurs phénomènes de vision, se rattachant au contraste successif.

demeure, mais elle va en s'affaiblissant et tend à s'annuler. M. J. Delbœuf a fait de cette observation sa première loi psychophysique : la loi de la dégradation. « La sensation, à peine produite, s'affaiblit, parce que la différence p' et p tend à devenir nulle. C'est un effet de la réaction de l'une sur l'autre. La sensation qui, à proprement parler, correspond à un mouvement, se transforme en un état sensible qui correspond au repos. »

Une nouvelle sensation ne peut donc exister pour la vision qu'à la condition qu'il y ait production d'un nouveau mouvement ou déplacement dans la substance contractile rétinienne. Et si à une forme-lumière déjà imprimée au sein de la membrane contractile on fait succéder au même endroit de l'hémisphère sensible de l'œil une autre forme-lumière, la sensation résultante dépendra du mouvement que cette dernière forme-lumière est obligée de provoquer dans la rétine pour arriver à se fixer définitivement à la place de la première occupante.

C'est encore ce que M. J. Delbœuf a parfaitement précisé pour les sens en général quand il a écrit : « Mais la sensation répond à la variation même, c'est-à-dire au changement en tant que *se faisant* et non en tant que *fait* [1] ».

Donc répétons encore, afin qu'on ait une idée exacte de l'entendement que nous avons du mécanisme de la sensation dans les phénomènes visuels de contraste de couleurs, que la forme-lumière préexistante dans le milieu contractile nerveux oculaire (préexistante depuis un temps assez long pour permettre à la flexibilité rétinienne de gagner une altération dans la faculté qu'elle a de suivre instantanément les variations de formes et de pressions lumineuses), quand une autre forme-lumière lui succède, subit une déformation progressive engendrant un mouvement dont

1. J. Delbœuf, *Éléments de psychophysique*, p. 197.

l'importance se règle sur la dissemblance accusée ou non des formes-lumière superposées consécutivement. Puis enfin la sensation de couleur née de ce mouvement porte sur les activités lumineuse qui sont nécessairement les facteurs principaux du changement *se faisant*.

Jusqu'à présent, ce que nous avons essayé de déterminer concernant le mécanisme rétinien équivaut à dire qu'une sensation correspond à un changement d'état sensible. Le fait est exact, mais il faut tenir compte toutefois de cette circonstance non négligeable que les excitations croissent suivant une progression géométrique, c'est-à-dire que « pour des accroissements de sensations égaux, les accroissements d'excitations croissent en progression géométrique ».

Quoi qu'il en soit, ni J. Delbœuf, ni d'autres physiologistes n'ont pu prouver expérimentalement ce qu'ils avançaient, du moins pour la vision, à savoir qu'au changement physique correspond un nouvel état sensible; que la sensation n'est pas identique avec cet état; qu'elle répond à la variation même, « c'est-à-dire au changement en tant que *se faisant* et non en tant que *fait* ».

Sans nous écarter de la théorie du mécanisme de la sensation que nous venons de définir pour les contrastes de couleur, quelque soient les noms qui ont prévalu pour leur désignation, nous allons, en y adjoignant des considérations d'un autre ordre, mais absolument scientifique (lumière physique), démontrer que les assertions de Delbœuf sur les causes des sensations sont vraies, du moins pour l'œil. Mais ce n'est pas tout, cette preuve une fois faite, on verra combien il est difficile de concevoir de telles origines pour les sensations, sans admettre en thèse générale que les sens nous servent à percevoir les pressions et les formes des irritants physiques extérieurs et enfin que la substance sensible est organisée pour toucher ces formes plus ou moins activement projetée sur sa surface.

Nos démonstrations, afin qu'on ne puisse insinuer qu'elles ont été faites sur des expériences de contrastes ménagés et choisis par nous en vue du succès que nous cherchons, nos démonstrations, disons-nous, s'appliqueront seulement à des observations faites antérieurement par des yeux autres que les nôtres. Pour les contrastes successifs, le choix est facile, les livres d'optique physiologique étant pleins de désignation de spectres de couleurs accidentelles provoquées par des fixations visuelles consécutives répétées sur plusieurs séries de deux nuances variées.

Quant aux contrastes simultanés, il n'y a pas d'hésitation à avoir pour le choix des séries. Chevreul revendiquant lui-même l'honneur d'avoir distingué, étudié et trouvé la loi qui régit ces phénomènes, nous devons prendre dans son ouvrage les dix-sept cas où les modifications sont notées en regard. Ce n'est pas, nous pensons, en opérant sur des observations de ce genre qu'on pourra suspecter notre bonne foi de démonstrateur.

Voici, d'ailleurs, amplement désignés, d'abord trois cas de contrastes successifs, puis les dix-sept cas de contrastes simultanés en question.

CONTRASTES SUCCESSIFS (TROIS CAS)

1° Un papier rouge est fixé et les yeux sont reportés ensuite sur une feuille de papier blanc — image accidentelle; vert bleuâtre;

2° Un papier bleu est fixé et les yeux sont reportés ensuite sur une feuille de papier blanc — image accidentelle; orangé rouge;

3° Un papier vert est fixé et les yeux sont reportés ensuite sur une feuille de papier blanc — image accidentelle; rouge violâtre.

CONTRASTES SIMULTANÉS (DIX-SEPT CAS)

COULEURS MISES EN EXPÉRIENCES D'INTENSITÉS ÉGALES AUTANT QUE POSSIBLE

MODIFICATIONS (D'APRÈS CHEVREUL)

N° 1	Rouge. . . .	tire sur	le violet.
	Orangé . . .	—	le jaune.
2	Rouge. . . .	—	le violet ou est moins jaune.
	Jaune	—	le vert ou est moins rouge.
3	Rouge. . . .	—	le jaune.
	Bleu.	—	le vert.
4	Rouge. . . .	—	le jaune.
	Indigo. . . .	—	le bleu.
5	Rouge. . . .	—	le jaune.
	Violet	—	l'indigo.
6	Orangé . . .	—	le rouge.
	Jaune	—	le vert brillant ou est moins rouge.
7	Orangé . . .	—	le rouge brillant ou est moins brun.
	Vert.	—	le bleu.
8	Orangé . . .	—	le jaune ou est moins brun.
	Indigo. . . .	—	le bleu ou est plus franc.
9	Orangé . . .	—	le jaune ou est moins brun.
	Violet	—	l'indigo.
10	Jaune. . . .	—	l'orangé brillant.
	Vert.	—	le bleu.
11	Jaune	—	l'orangé.
	Bleu.	—	l'indigo.
12	Vert.	—	le jaune.
	Bleu.	—	l'indigo.
13	Vert.	—	le jaune.
	Indigo. . . .	—	le violet.
14	Vert.	—	le jaune.
	Violet. . . .	—	le rouge.
15	Bleu.	—	le vert.
	Indigo. . . .	—	le violet foncé.
16	Bleu.	—	le vert.
	Violet	—	le rouge.
17	Indigo. . . .	—	le bleu.
	Violet	—	le rouge.

Nous commencerons par nous occuper des modifications de Chevreul, quoique ce ne soit pas régulier dans le sens méthodique de la présentation que nous avons faite des contrastes.

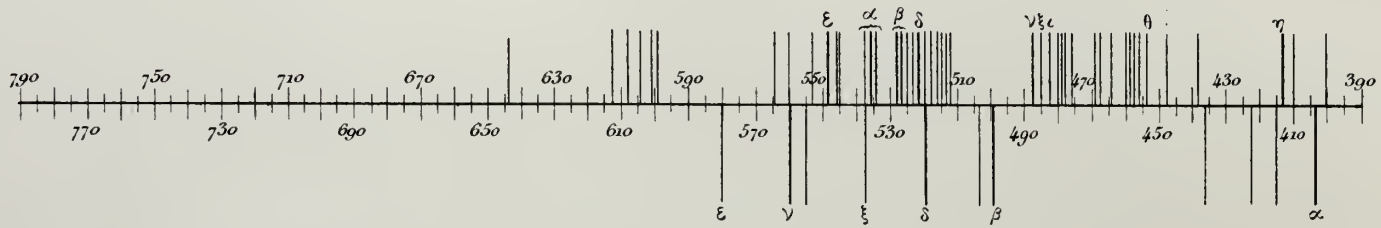
Seulement, avant de démontrer que la sensation résultante de couleurs provoquée par ces dix-sept cas de contraste simultané porte sur les activités lumineuses qui sont nécessairement les facteurs principaux du changement *se faisant*, nous demandons au lecteur de vouloir bien nous suivre dans les explications que nous allons lui présenter concernant la composition spectroscopique de chacune des couleurs juxtaposées.

La spectroscopie nous apprend que les corps simples fournissent des spectres remarquablement fixes et constitués d'ordinaire d'un certain nombre deraies linéaires ou de bandes nébuleuses dégradées tantôt à droite et tantôt à gauche. Lorsque le corps est composé il y a superposition de plusieurs spectres.

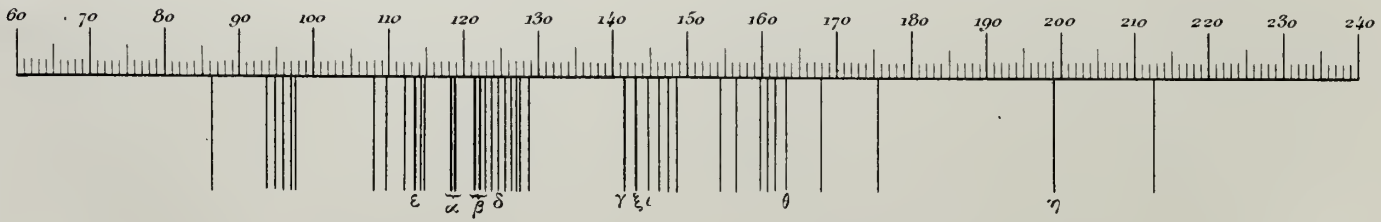
Quand on examine la répartition des raies ou bandes nébuleuses d'un corps quelconque sur la surface du champ spectral, on remarque qu'en général cette répartition s'accorde ou avec la nuance propre de ce corps ou avec la couleur qu'il possède au moment où, introduit dans la source calorifique (le brûleur à gaz de Bunsen), il atteint le degré de volatilisation voulu pour donner un spectre exact et net. Citons quelques exemples tirés des « spectres prismatiques et en longueurs d'onde destinés aux recherches de la chimie minérale », par M. Lecoq de Boisbaudran.

Le strontium est un métal jaune rougeâtre. Ses sels, chlorure et azotate, brûlent dissous dans l'alcool ou mélangés à des matières comburantes avec une flamme rouge. — Le spectre du chlorure de strontium montre que la presque totalité des raies de ce corps est dans la région rouge (Pl. XI) [1].

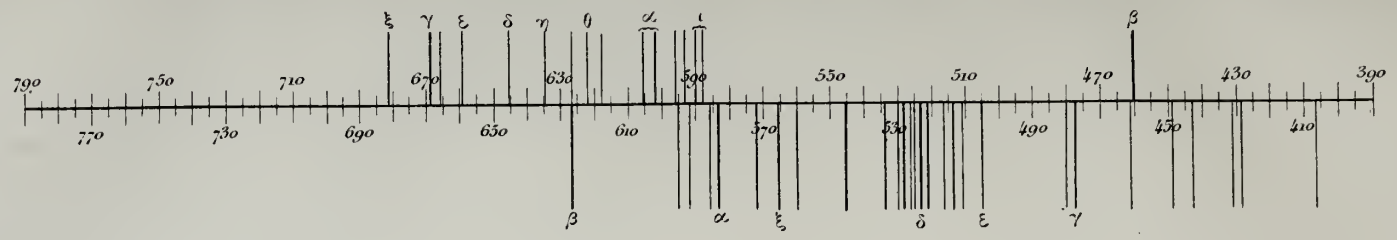
1. Les dessins des spectres sont négatifs, c'est-à-dire que la lumière y est repré-



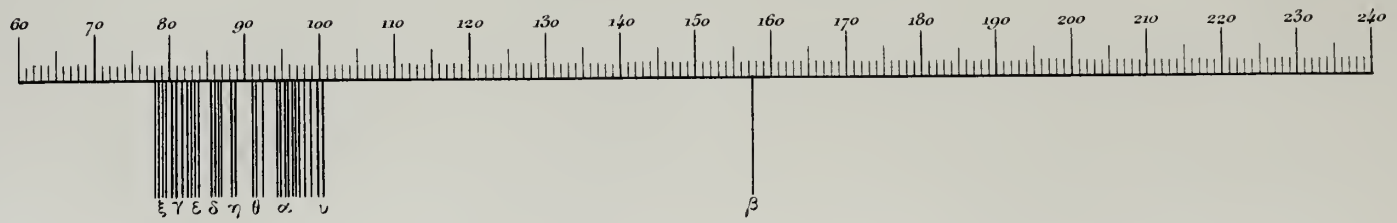
Chlorure de Cobalt en solution. Etincelle



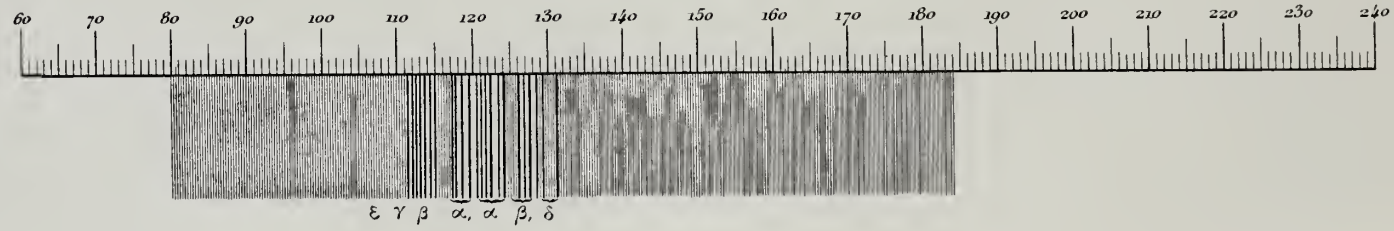
Plomb métallique. Etincelle



Chlorure de Strontium. Dans le gaz



Chlorure d'Or. Dans le gaz



Ed. Oberlin, Graveur, 26, Rue des Fsés St Jacques.

L'or est un métal jaune. En feuilles minces, il est translucide et laisse passer une lumière verte. Ses sels en général sont jaunes. Le spectre du chlorure d'or laisse voir que l'une de ses raies, la plus accusée, est située précisément dans le jaune (Pl. XI).

Le chlorure de cobalt ($Co\ Cl^2$) est un sel bleu quand il est concentré. — Le spectre de ce corps est bien caractéristique. Le bleu a la prédominance (Pl. XI).

Le plomb est un métal d'un gris bleuâtre quand sa surface vient d'être mise à nu. Le spectre de ce corps simple a ses raies placées dans la totalité de la partie spectrale la plus réfrangible comprenant le vert, le bleu et le violet (Pl. XI).

Ces quelques exemples suffiront pour édifier le lecteur : il existe réellement une relation chromatique entre l'optique des corps en général et la position de leurs raies dans l'étendue spectrale. Ajoutons qu'on ne peut observer de cas en spectroscopie où une seule raie, absolument unique, étroite et sans nébulosité représente toute la dispersion de la lumière émise par un corps porté à une haute température.

Or les pigments, de quelque nature qu'ils soient, déposés en couches légères sur une surface pouvant les recevoir sont conséquemment susceptibles toujours de faire voir des raies en certain nombre et ordinairement groupées dans la région spectrale en relation avec leur couleur propre. Il s'ensuit que, pour les dix-sept cas de contraste simultané de Chevreul, chacune des trente-quatre couleurs en expérience est de composition spectrale se rapportant à ce que nous venons de déterminer pour la généralité des pigments. Donc l'étude des contrastes de couleurs ne saurait être faite sans

sentée par les noirs. Le rouge est placé à gauche, comme cela se présente dans les spectroscopes ordinaires.

Des deux réductions en λ qui se trouvent en haut de chaque planche, la supérieure correspond au premier des deux spectres principaux.

tenir compte de la constitution spectrale des éléments pigmentaires juxtaposés, puisque, d'après notre théorie, ces phénomènes visuels sont fondés sur le mouvement qui s'opère dans les éléments contractiles de la rétine pendant le remplacement d'une forme-lumière par une autre forme-lumière et que, pour apprécier un tel changement *se faisant*, il faut avant tout connaître les proportions de ces formes-lumière *successivement* reçues par l'œil.

Que l'on nous permettre d'ouvrir ici une parenthèse. Nous avons souligné le mot successivement avec intention, car il devrait être précédé de *simultanément ou*, tandis qu'il reste isolé et frondant pour ainsi dire contre la distinction des contrastes que Chevreul a créée et qui, pour nous, n'est pas légitimement établie.

Expliquons-nous. « Si l'on regarde à la fois deux zones inégalement foncées d'une même couleur, ou deux zones également foncées de couleurs différentes qui soient juxtaposées, c'est-à-dire contiguës par un de leurs bords, l'œil apercevra, si les zones ne sont pas trop larges, des modifications qui porteront dans le premier cas sur l'intensité de la couleur, et dans le second sur la composition optique des deux couleurs respectives juxtaposées. » Cette définition du contraste simultané est celle que donne Chevreul lui-même. Or il ne peut y avoir de contraste simultané dans des expériences visuelles ainsi conduites :

1° Parce qu'il faudrait démontrer que l'on a localisé exactement et nettement en des endroits se touchant de la rétine deux couleurs contiguës par un de leurs bords pendant tout le temps des expériences et cela sans jamais avoir promené l'œil *successivement* d'une zone à une autre [1].

1. Helmholtz, *Optique physiologique*, page 511. — « Cela posé, on peut s'assurer facilement que le contraste successif, c'est-à-dire celui qui provient des images accidentelles, exerce aussi une grande influence lorsque l'on compare des champs colorés qui sont contigus dans le champ visuel. Dans ce cas, on n'a cru voir ordinai

2° Parce que, dans les cas où les activités de deux nuances sont reçues par l'œil *simultanément* en un même point de la rétine, il y a mélange de couleur et non contraste.

Le phénomène de contraste simultané n'existe donc pas, puisqu'il ne peut avoir lieu si l'on écarte, si l'on distrait, si l'on empêche de se produire le contraste successif[1].

C'est d'ailleurs dans les faits que nous allons présenter et qui dénoncent absolument la connexité des causes de la sensation modifiée dans les contrastes dits simultanés et successifs, qu'on trouvera les traces de la véracité des allégations infirmant l'existence du

rement que des contrastes simultanés; parce que, jusqu'à présent, on a peu tenu compte, dans l'étude des contrastes, de cette particularité de notre regard d'après laquelle, dans l'usage commode et habituel de nos yeux, nous laissons ordinairement errer le point de fixation d'une manière lente et continue dans le champ visuel, de manière à parcourir successivement les différentes parties de l'objet examiné. Ce mouvement du regard se fait sans que nous y prenions garde; et nous y sommes tellement habitués, qu'il faut un effort et une attention extraordinaires pour maintenir le regard rigoureusement fixé sur un point déterminé du champ visuel, ne fût-ce que pendant dix à vingt secondes. »

1. Helmholtz ne dit pas que les contrastes simultanés n'existent pas, mais il les fait dépendre d'influences tellement hypothétiques et si différentes des contrastes successifs que ses explications, déconcertantes pour le lecteur par leur allure extra-scientifique, restent sans fondement.

En effet, voici ce qu'a écrit ce savant dans la deuxième partie de son *Optique physiologique :* « La coloration par contraste (simultané) dépend de circonstances qui ne peuvent être attribuées qu'aux fonctions psychiques qui accompagnent la perception. » Or, qu'est-ce que peuvent être ces fonctions psychiques? Ici Helmholtz nous avertit, il va au-devant de nos appréhensions : « Ceux des lecteurs qui sont encore peu familiarisés avec l'influence des actions psychiques sur les perceptions sensuelles admettront peut-être difficilement qu'une fonction psychique puisse nous faire voir dans le champ visuel une couleur qui n'existe pas. » Ce qui suit et le renvoi à la troisième partie de l'ouvrage pour l'étude de ces fonctions sans distinction de sens tendent à représenter ces phénomènes comme normaux, et cela sans autres preuves, pour la vision par exemple, que des constatations où l'expérimentateur, ne pouvant expliquer rationnellement ce qu'il voit, déclare que l'œil n'y est pour rien et que seule l'influence des actions psychiques demeure dans les faits perçus.

Enfin, comme conclusion, Helmholtz nous affirme « que le contraste simultané pur réside dans une modification dans l'appréciation et non pas dans une altération de la sensation ». Ainsi jugez, lecteur, c'est l'imagination, l'idée si l'on veut, qui fait voir des modifications dans les cas de contrastes simultanés.

phénomène de contraste simultané tel que l'a compris Chevreul.

Commençons par mettre en évidence que le changement *se faisant* dans les cas de contrastes ne peut être connu qu'à la condition de fixer la composition spectroscopique des couleurs de chaque série. Voici pourquoi :

Une forme-lumière, qui est constituée d'un faisceau de radiations groupées par ordre centripète, comment se modifie-t-elle? En recevant ou en cédant au moins une raie active spectrale. Conséquemment, il ne peut se rencontrer dans le remplacement consécutif d'une forme-lumière par une autre (contraste) que des radiations éliminées et des radiations ajoutées. Par suite, on conçoit que le changement *se faisant* ne porte exclusivement que sur les raies spectrales qui constituent ces formes-lumière, partant que la composition spectroscopique des deux couleurs de chaque série, dans les contrastes, doit nécessairement être établie avant toute autre pratique. Donc, essayons de fixer cette composition spectroscopique pour les dix-sept cas de contrastes simultanés de Chevreul.

Il est évident que pour déterminer exactement la composition spectroscopique des pigments qui ont servi à faire les expériences de contrastes simultanés de Chevreul, il nous faudrait procéder, a l'aide du spectroscope, à l'analyse des rouges, des orangés, des jaunes, des verts, des bleus, des indigos, des violets qui forment la chromatique fondamentale des dix-sept séries. Mais comme Chevreul ne nous a pas dit d'où il tirait les nuances de ces contrastes, nous ignorons la constitution chimique des couleurs qu'il a employées; aussi devons-nous essayer de désigner la place de chacune dans le champ spectral autrement que par la voie de l'expérience.

Pour nous guider, nous n'avons pas plusieurs moyens à notre disposition; il nous faut en référer aux observations que nous avons précisées tout à l'heure concernant la relation chromatique qui

existe entre les corps soumis à l'analyse spectroscopique et la position de leurs raies dans l'étendue spectrale.

Voici à cet égard la règle que nous avons suivie pour les sept couleurs principales composant la variété chromatique qui revient sans cesse dans la série de contrastes simultanés de Chevreul : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet. Nous avons fixé à un quart de l'étendue de la surface totale du spectre normal l'étalement des raies de la dominante chromatique des cinq couleurs suivantes : orangé, jaune, vert, bleu, indigo.

Pour les couleurs rouge et violette qui sont aux deux extrémités du spectre, nous avons augmenté cette dominante jusqu'au tiers, en raison de la grande place qu'occupent ces deux nuances dans le champ spectral[1].

De plus, comme nous posons ce principe pour les contrastes : à savoir que les yeux ne reçoivent de sensation qu'autant que la rétine est frappée par des radiations qui existent dans les surfaces pigmentaires en expérience, l'examen de la constitution du rouge de Chevreul, selon ce principe, démontre que cette couleur est un pourpre contenant, comme toutes les nuances de ce nom, une cer-

1. Ces mesures donnant à chacune des sept couleurs une étendue régnante dans le champ spectral sont en harmonie avec cette constatation, à savoir que les modifications observées par Chevreul dans ses dix-sept cas de contraste simultané se divisent en deux catégories, les unes tirant sur une des couleurs voisines en dedans et les autres en dehors de la continuité radiale du spectre. Or, toutes les modifications qui tirent en dehors sont produites par des juxtapositions qui ne sont pas complémentaires. Seules les séries de contrastes simultanés dont les couleurs contiguës possèdent la mesure égale à ⌓ tirent invariablement en dedans. Ces faits dénotent : 1° que les dominantes chromatiques existent réellement; 2° que leur étendue est limitée; 3° que le contraste dit simultané réside dans une modification de la sensation et non dans une altération de l'appréciation. Cette dernière proposition peut se traduire en langage plus clair, en disant que l'œil d'un sujet normal dont la rétine reçoit des activités lumineuses ne voit que ce qui est. En résumé, on verra par la suite que le phénomène visuel de contraste simultané n'existe qu'à l'état de contraste successif et qu'il dépend d'un mécanisme physiologique et non de fonctions psychiques.

taine quantité de rouge mélangé à du violet. Seulement ici le violet est dans un faible rapport avec le rouge ; un tiers environ.

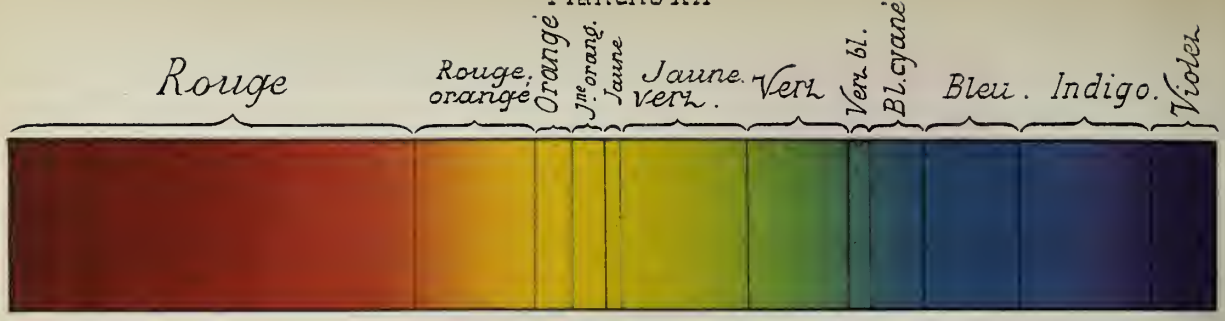
Toutes ces conditions arrêtées, nous avons construit plusieurs doubles cases de la longueur du spectre normal, lequel a été placé en tête de la planche (XII). A chacune de ces doubles cases nous avons adapté une des séries de Chevreul en commençant par le n° 1 : rouge et orangé. La case supérieure a reçu la coloration du rouge et la case inférieure celle de l'orangé. Nous avons répété cette opération sept fois, c'est-à-dire sur les sept premières séries seulement de contrastes simultanés, jugeant inutiles de poursuivre ce travail pour les dix-sept cas.

En possession de ces doubles spectres placés contigument et parfaitement combinés d'après les données que nous venons de déterminer, il nous est facile d'y lire comment se produisent les modifications dans les contrastes simultanés.

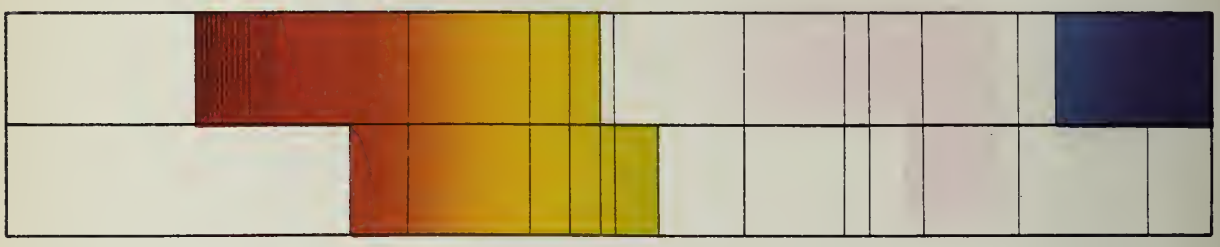
Suivons la marche de ce phénomène pour la série n° 1. L'œil se promène du rouge à l'orangé et de l'orangé au rouge. Si nous fixons primitivement le rouge, cette sensation chromatique tend à s'affaiblir et à s'annuler au repos (loi de dégradation de Delbœuf) et si le regard se porte ensuite sur l'orangé, ce sont les radiations de cette nuance, du moins celles qui n'existent pas dans le rouge pourpré, qui font voir l'image accidentelle, c'est-à-dire la modification de Chevreul, qui est jaune; or, dans la case inférieure de la série n° 1, on peut voir que ces radiations sont jaunes; si nous fixons primitivement l'orangé, puis le rouge, ce sont, cette fois, les radiations violettes qui composent alors les éléments de la modification, parce qu'elles sont absentes dans l'orangé. Le *changement se faisant* semble donc dans la rétine amener une sensation par l'intermédiaire seulement des activités radiales nouvelles qui frappent cette membrane contractile.

En d'autres termes, et pour revenir à la définition des contrastes

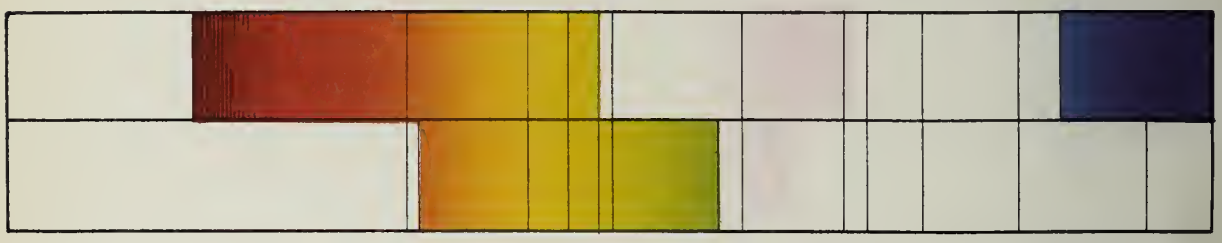
Planche XII



Spectre normal.



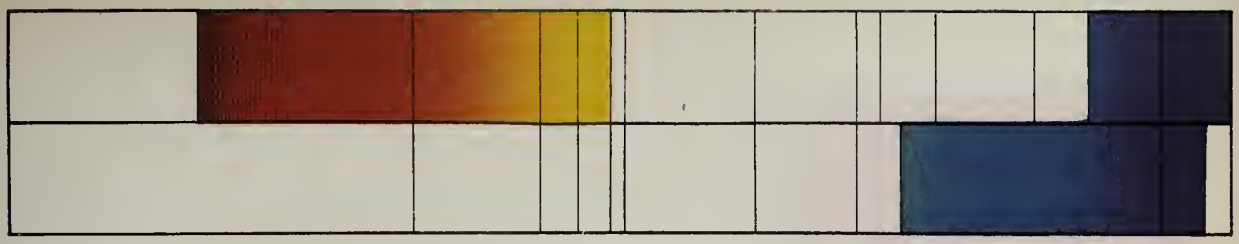
No. 1. { Rouge, tire sur le Violet.
Orange, ~~~ Jaune.



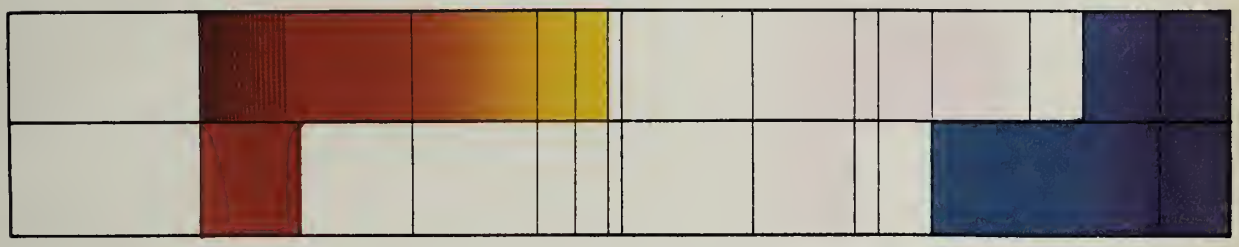
No. 2. { Rouge, tire sur le Violet, ou est moins Jaune.
Jaune, ~~~ Vert, ~~~ Rouge,

No. 3. { Rouge, tire sur le Jaune.
Bleu, ~~~ Vert.

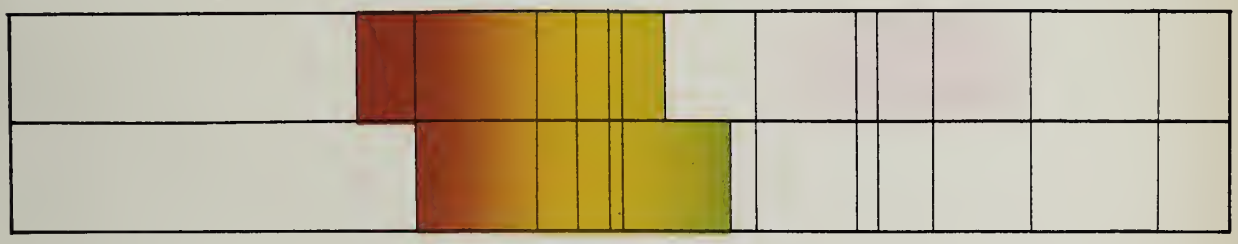
Nota. Pour les séries 3 et 4, il faut considérer que les radiations violettes sont tellement faibles au point où le bleu termine sa dominante, qu'elles n'ont pour ainsi dire pas d'influence sur la rétine. Helmholtz dit que les activités violettes sont si peu intenses que pour trouver les rapports qui existent entre les longueurs d'onde des couleurs simples complémentaires, il a été obligé de réunir toutes les radiations extrêmes à partir de la longueur d'onde 1600. — On remarquera encore que dans les figures 3 et 4, l'image accidentelle



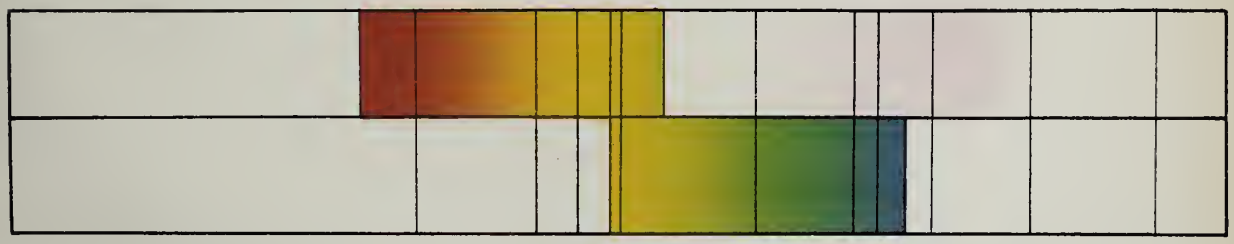
N.° 4. { Rouge , tire sur le Jaune,
Indigo , ~~~ Bleu,



N.° 5. { Rouge , tire sur le Jaune.
Violet , ~~~ Indigo.



N.° 6. { Orangé , tire sur le Rouge,
Jaune , ~~~ Vert brillant, ou est moins Rouge.

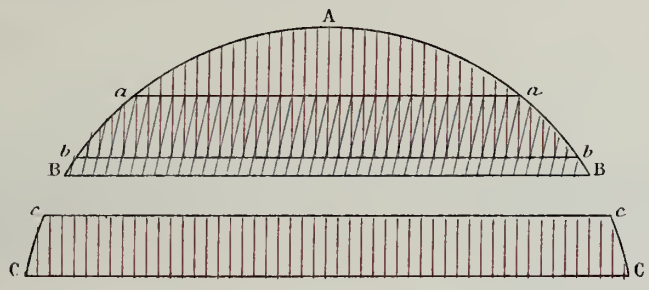


N.° 7. { Orange , tire sur le Rouge brillant
Vert , ~~~ Bleu.

est surtout produite par la couleur qui possède la plus grande valeur excitatrice Nous avons dit antérieurement quelle signification il fallait attacher à cette expression. C'est dans le jaune que se trouve le chiffre le plus élevé comme valeur excitatrice. Or, les deux images accidentelles des figures 3 et 4, tirent l'une et l'autre sur le Jaune, le bleu ou l'indigo étant fixé préalablement.

telle que nous l'avons donnée antérieurement, ce ne sont pas les modifications que subissent les radiations de la première forme-lumière fixée par les yeux qui procurent la sensation de couleur accidentelle, mais bien les activités radiales de la seconde forme-lumière, activités que ne contenait pas la précédente forme-lumière.

La figure ci-dessous fera comprendre le mécanisme de la sensation de ces contrastes. Nous opérons sur la série n° 1 de Chevreul comme exemple.



La forme-lumière dont les hachures sont tracées perpendiculairement à la base est la première que reçoit l'œil pendant un certain temps. Elle s'imprime dans le milieu rétinien.

La forme-lumière dont les hachures sont obliques est la forme-lumière subséquente qui doit se loger au même point de la membrane sensible oculaire que la première. Ceci posé on peut se rendre compte *de visu* que la sensation résultante, l'image accidentelle, est le fait de la modification radiale *b*, B, *b*, B, et non de la disparition de la calotte A, *a*, *a*, et de la fragmentation hémisphéroïde C, *c*, C, *c*.

Les expériences qui précèdent ne laissent derrière elles, nous croyons, aucune équivoque car on peut y suivre facilement le mécanisme de la sensation dans les contrastes simultanés. Passons à présent à l'analyse des contrastes successifs par le même procédé.

C'est encore à l'aide de cases contiguës que les trois contrastes successifs désignés à la page 374 vont être l'objet de notre examen.

Pour le premier contraste successif ainsi énoncé :

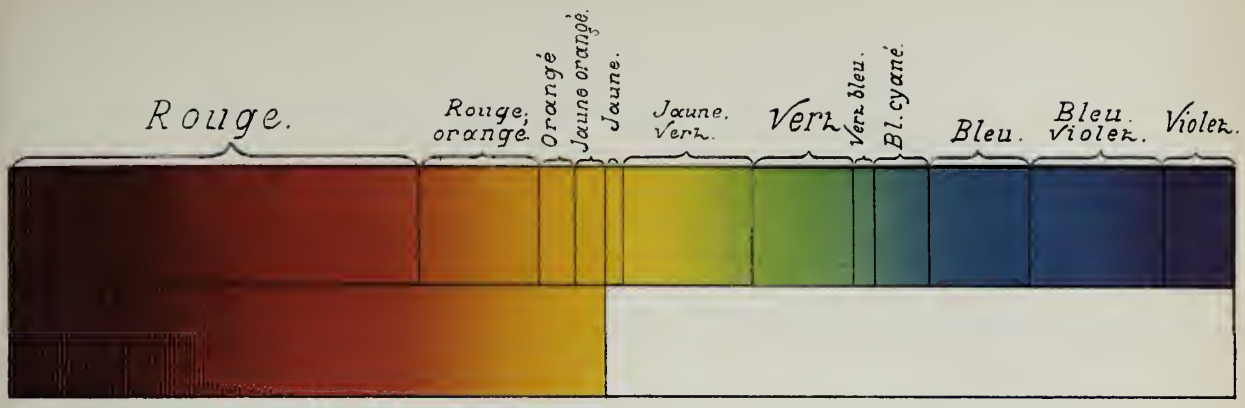
Un papier rouge est fixé et les yeux sont reportés ensuite sur une feuille de papier blanc — image accidentelle; vert bleuâtre, nous avons dans la case supérieure représenté le blanc du papier par la composition spectrale de cette teinte. Toute la gamme chromatique s'y trouve réunie selon le distancement des raies colorées du spectre normal. La case inférieure montre l'étalement du rouge.

Le second contraste successif : un papier bleu est fixé et les yeux sont reportés ensuite sur une feuille de papier blanc — image accidentelle; orangé rouge, ainsi que le troisième contraste : un papier vert est fixé et les yeux sont reportés ensuite sur une feuille de papier blanc — image accidentelle; rouge violâtre, sont disposés l'un et l'autre dans les cases contiguës de même façon que le premier contraste successif. Nous ferons remarquer que l'étalement spectral des couleurs rouges, bleues et vertes (la dominante de ces trois tons) est proportionné selon les mêmes principes que nous avons établis pour les contrastes simultanés.

Ces trois contrastes sont représentés dans notre planche XIII en trois figures, sur lesquelles on peut observer avec la plus grande facilité que le changement se faisant, qui est cause de l'apparition des images accidentelles, résulte toujours de l'activité des radiations nouvelles de la forme-lumière subséquemment fixée par les yeux et non de celles des radiations qui disparaissent de la forme-lumière frappant primitivement la rétine.

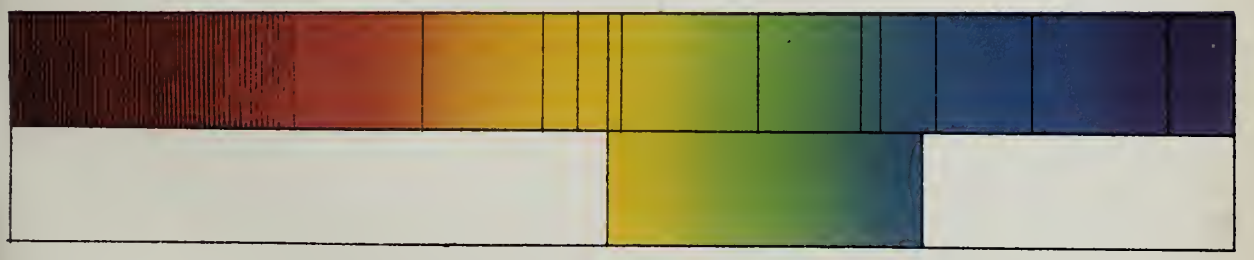
Or, comme cette observation est identique à celle que nous avons faite pour les contrastes simultanés, une telle constatation nous permet d'affirmer que les causes de la sensation modifiée dans les contrastes simultanés et successifs ont une même origine méca-

Planche XIII.



N°1 { Image accidentelle: Verr bleuâtre

N°2 { Image accid.lle. Orangé rouge.



N°3. { Image accid.lle. Rouge violâtre.

nique, laquelle enfin est susceptible de se résumer en manière de loi.

A cet effet, nous proposons la formule suivante :

Quand une forme-lumière quelconque remplace en un même point de la rétine une forme-lumière préalablement imprimée dans cette membrane pendant 15 à 20 secondes, le changement qui s'opère donne lieu à une sensation visuelle (image accidentelle) qui porte généralement sur les activités *nouvelles* de la forme-lumière subséquente et non sur celles qui *disparaissent* de la forme-lumière primitive.

Cette loi pourrait encore se simplifier en l'énonçant comme suit :

Quand une forme-lumière prend la place intégrale d'une précédente forme-lumière imprimée au moins depuis 15 à 20 secondes déjà dans le milieu élastique de la rétine, ce sont les *contractions nouvelles* de cette membrane et non les *dilatations* qui produisent la sensation résultante appelée couleur ou image accidentelle.

CHAPITRE X

ÉTUDE COMPARÉE DES DIVERSES THÉORIES DE LA VISION

Nous avons tenu à faire une étude comparée des diverses théories de la vision, afin que le lecteur qui n'a plus en mémoire les différents travaux qui ont été produits sur la matière en question, ou encore qui n'a pas le temps de les revoir, puisse trouver ainsi facilement les éléments qui lui permettent d'apprécier les dissemblances qui existent entre le système que nous préconisons pour expliquer la vision ainsi que les phénomènes physiologiques qu'elle engendre et les autres systèmes plus ou moins hypothétiques jouissant d'une faveur suffisante auprès des autorités scientifiques.

Jusqu'à présent, à choisir parmi la multiplicité des explications intéressant la fonction visuelle, nous ne distinguons, comme ayant une valeur sérieuse, que l'hypothèse de : Th. Young, vieille déjà de près d'un siècle; puis, la récente théorie de A. Charpentier; et, enfin, celle plus récente encore de Raphaël Dubois.

Disons que, pendant la majeure partie de ce siècle, ce qui a été

imaginé en dehors du premier système que nous venons de citer, ayant été presque toujours suggéré par lui, n'a pas, en général, d'originalité propre. Quant aux deux autres théories il semble qu'elles aient aussi peu emprunté que possible à l'hypothèse de Th. Young.

*
* *

L'hypothèse de Young a été publiée en 1802 et développée par son auteur en 1807. Helmholtz a depuis une vingtaine d'années appelé l'attention sur cette théorie, et c'est surtout grâce à ses travaux et à ceux de Maxwell qu'elle est devenue le type préféré des systèmes expliquant les phénomènes de la vision.

Voici, d'après Helmholtz (*Optique physiologique*) comment est conçue la théorie en question.

« Th. Young admet que :

« 1° Il existe, dans l'œil, trois sortes de fibres nerveuses dont l'excitation donne respectivement la sensation du rouge, du vert et du violet.

« 2° La lumière objective homogène excite les trois espèces de fibres nerveuses avec une intensité qui varie avec la longueur d'onde. Celle qui possède la plus grande longueur d'onde excite le plus fortement les fibres sensibles au rouge, celle de longueur moyenne, les fibres du vert, et celle de la moindre longueur d'onde, les fibres du violet. Cependant il ne faut pas nier, mais bien plutôt admettre pour l'explication de nombre de phénomènes, que chaque couleur spectrale excite toutes les espèces de fibres, mais avec une intensité différente. Supposons les couleurs spectrales disposées horizontalement et par ordre (fig. 23) depuis le rouge R jusqu'au violet Vi, les trois courbes représentent plus ou moins exactement l'irritabilité des trois sortes de fibres, la courbe 1 pour les fibres du rouge, la courbe 2 pour les fibres du vert, et la courbe 3 pour celles du violet.

« Le *rouge* simple excite fortement les fibres sensibles au rouge, et faiblement les deux autres espèces; sensation : rouge.

« Le *jaune* simple, excite modérément les fibres sensibles au rouge et au vert, faiblement celles du violet; sensation : jaune.

« Le *vert* simple, excite fortement les fibres du vert, bien plus faiblement les deux autres espèces; sensation : vert.

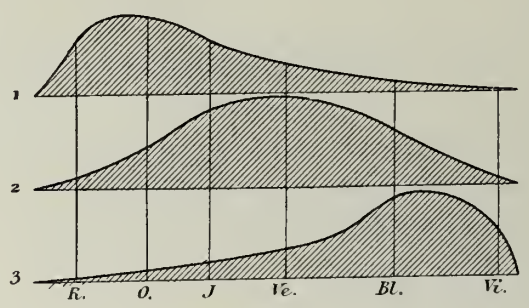


Fig. 23.

« Le *bleu* simple, excite modérément les fibres du vert et du violet, faiblement celles du rouge; sensation : bleu.

« Le *violet* simple, excite fortement les fibres qui lui appartiennent, faiblement les autres; sensation : violet.

« L'excitation à peu près égale de toutes les fibres donne la sensation du *blanc* ou des couleurs blanchâtres. »

Helmholtz fait suivre cette description de l'observation suivante :

« Peut-être objectera-t-on, au premier abord, à cette hypothèse qu'elle exige trois fois plus de fibres et de terminaisons nerveuses que l'opinion ordinairement admise, laquelle accorde à chaque fibre nerveuse la propriété de conduire toutes sortes d'excitations chromatiques. Je ne crois pas que sous ce rapport, la théorie de Th. Young soit en contradiction avec les faits anatomiques, puisque nous ne savons rien sur le nombre des fibres conductrices, et il existe encore

un grand nombre d'éléments microscopiques (cellules, granules, bâtonnets) auxquels nous n'avons jusqu'à présent pu attribuer aucune fonction spéciale. » Depuis que l'éminent savant allemand a écrit ces lignes, d'autres recherches ont été faites sur la structure de l'organe sensible à la lumière, et les trois fibres de la substance nerveuse de l'œil correspondant à trois actions parfaitement distinctes, qui se produiraient au sein de la rétine, sont encore à découvrir. Nous avons déjà parlé de ce fait dans cet ouvrage (3e partie) mais notre but, ici, n'est pas précisément d'essayer à infirmer la théorie de Young; notre désir est de nous appliquer surtout à montrer en quoi elle consiste afin que l'on puisse voir combien la nôtre s'éloigne d'elle.

La réduction à trois couleurs, dans le système de Young, commenté par Helmholtz, n'a purement qu'une signification subjective. Il s'agissait de ramener les sensations colorées à trois sensations fondamentales. Nous savons en effet, par des expériences physiques, qu'en mélangeant dans des proportions variables trois couleurs convenablement choisies dans le spectre, on peut obtenir toutes les nuances imaginables. Pour réaliser ce problème, Th. Young a créé son hypothèse qui, en somme, quoique en désaccord avec certaines données de la physiologie, s'adapte assez heureusement à l'étude des phénomènes physiologiques des couleurs.

On remarquera seulement que la lumière et l'organe sensible disparaissent entièrement derrière les mots excitant et excitation. Rien n'est dit de la facon dont la lumière excite, ni comment la substance nerveuse périphérique rétinienne est excitée. On parle bien de trois fibres nerveuses dont l'excitation donne respectivement la sensation du rouge, du vert et du violet... et c'est tout. La figure qui sert à la démonstration est purement idéale; c'est un schème au dessin arbitraire, constitué pour appuyer l'hypothèse. Mais, répétons-le, l'obscurité la plus grande est faite sur la nature

de l'action excitante de la lumière, ainsi que sur le processus, — physique, mécanique ou électro-chimique, — par lequel l'excitation a lieu dans l'aire de la membrane rétinienne. On doit se rappeler que c'est justement cette neutralité qui existe, dans la théorie de Young-Helmholtz, quant à la fixation du principe qui opère dans l'acte de l'excitation de notre appareil optico-physiologique, qui nous a permis, la discussion étant ouverte, d'établir qu'il ne pouvait être question que d'un processus mécanique. Cependant, *adhuc sub judice lis est.*

Quoiqu'il en soit, nous sommes loin, dans tout ceci, de l'idée de forme-lumière s'imprimant dans les milieux contractiles de la substance nerveuse de l'œil.

*
* *

M. A. Charpentier fit paraître en 1888 une étude très poussée sur la lumière et les couleurs, suivie d'une théorie de la vision, fondée sur des observations et des expériences dont une partie assez importante revient à ce distingué professeur de la Faculté de médecine de Nancy. Sur la nature de la lumière, M. A. Charpentier ne dit rien qui ne soit déjà connu. D'ailleurs il accepte l'hypothèse des ondulations d'Huygens-Fresnel sans la discuter, ou, s'il en parle, c'est uniquement pour motiver ses préférences et reléguer les systèmes émissifs newtoniens ou autres.

Cette théorie de la vision, qui découle des propriétés calorifiques et chimiques de la lumière, ainsi que de certaines constatations physiologiques, résulte de la proportionnalité qui semble exister entre l'intensité visuelle et l'énergie absolue des radiations lumineuses.

Mais laissons M. A. Charpentier s'expliquer lui-même sur sa théorie :

« De même que dans les appareils thermo-électriques elle (la lumière) est absorbée intégralement par le noir de fumée qui les recouvre, de même elle doit être absorbée sans perte sensible et d'une façon indépendante de sa longueur d'onde par un corps analogue à ce dernier; or, il existe dans la rétine un corps capable de jouer ce rôle d'absorbant parfait, c'est le pigment qui recouvre la membrane de Jacob et qui entoure en les séparant les uns des autres les cônes et les bâtonnets.

« La lumière absorbée par le pigment rétinien échaufferait les éléments visuels, et on aurait alors une action plus ou moins analogue à celle qu'admet M. Preyer dans sa théorie des couleurs. Il peut aussi se produire une action comparable aux courants thermo-électriques, sous l'influence de l'inégalité de température entre le pigment et les éléments voisins moins absorbants (cônes, bâtonnets, etc.).

« Quoiqu'il en soit, des oscillations, des vibrations d'une nature indéterminée se produiront dans les éléments nerveux excités par l'intermédiaire du pigment, c'est ce qui ne semble pas douteux. Or, un fait qui me paraît impossible de réfuter, c'est que ces vibrations nerveuses doivent être semblables comme forme et comme longueur d'onde, quels que soient les rayons excitateurs. En effet, ce n'est pas le rayon qui excite, c'est le pigment, et son excitation doit être uniforme; seule l'intensité variera en proportion de la lumière absorbée.

« Par eux seuls, les éléments visuels ne donneront pas de sensation colorée, puisque dans celle-ci la nature même de l'excitation varie indépendamment de son intensité.

« Pour avoir une sensation de couleur, il faudra donc une autre excitation différente. Cette autre excitation, nous la trouvons dans l'action photestésique, je dirais volontiers photochimique, de la lumière.

« L'action de la lumière sur l'élément photestésique s'opère

avant l'autre, ou plutôt pour une lumière moindre; la lumière doit donc ici agir surtout comme force de dégagement; ce qui montre qu'il en est bien ainsi, et que la lumière n'agit pas directement en raison de son énergie, mais qu'elle ne fait que mettre en liberté de l'énergie potentielle accumulée dans la rétine, c'est qu'une fois la sensation photestésique produite, il faut attendre un certain temps, toujours assez long, pour que la lumière puisse la produire de nouveau ; il faut donc qu'il se soit accumulé de nouveau une certaine quantité d'énergie potentielle.

« Cette énergie a probablement, nous l'avons dit, une forme chimique : c'est probablement l'énergie chimique du rouge rétinien, de l'érythropsine et de ses dérivés, que la lumière met en liberté dans l'action photestésique.

« Comme l'action visuelle proprement dite, l'action photestésique est une, très probablement; les vibrations suscitées par la décomposition du rouge rétinien dans les éléments nerveux doivent être de même nature, c'est-à-dire de même forme et de même longueur d'onde, quels que soient les rayons excitateurs. Seule, l'intensité, l'amplitude variera : elle sera plus grande, à force vive égale, pour les rayons bleus que pour les verts, pour les verts que pour les rouges; mais l'action photestésique sera par elle-même insuffisante pour faire naître la sensation de couleur. »

Il s'ensuit que : « L'action calorifique et l'action photochimique de la lumière (puisque c'est ainsi que nous comprenons l'intervention de cet agent dans la sensibilité visuelle et dans la sensibilité photestésique) donnent chacune naissance à des vibrations ou ondulations spéciales dans les éléments nerveux. On ne peut guère se figurer autrement que par des vibrations l'activité de ces éléments.

« Ces vibrations peuvent s'opérer dans la substance même de l'élément nerveux ou encore dans le milieu intermoléculaire qui

contient cette substance; on peut se les figurer d'une façon quelconque et admettre par exemple que ces vibrations soient, comme dans l'aimant du téléphone, constituées par des variations périodiques, des ondulations de l'équilibre électrique de la cellule nerveuse ou du tube nerveux.

« Peu importe; des oscillations nerveuses se produisent, et elles ont évidemment une certaine forme, une certaine amplitude et une certaine longueur (ou une certaine fréquence).

« Comment avec cela comprendre que ces deux espèces de vibrations, en se superposant dans un élément commun, donnent des formes différentes suivant la couleur; et caractéristiques de cette dernière?

« En se basant sur deux faits d'expérience qui ont été déjà signalés :

« En premier lieu, l'amplitude relative des deux ordres de vibration que nous appellerons pour simplifier A et B doit varier avec la couleur.

« En second lieu, on se rappelle que, dans le chapitre sur l'inertie de l'appareil de la sensibilité lumineuse, j'ai démontré l'existence d'un *temps perdu* dans l'action de la lumière sur cet appareil, temps perdu qui varie avec la réfrangibilité de chaque couleur, et qui augmente du rouge jusqu'au violet.

« Il résulte de ce fait que l'ondulation nerveuse de même longueur excitée dans les éléments photestésiques par les divers rayons spectraux *ne commence pas en même temps :* elle commence d'autant plus tard par rapport à l'arrivée de la lumière; que cette dernière est plus réfrangible.

« Je rappelle, en outre, qu'il m'a paru exister une énergie, un temps perdu analogue dans le domaine de la sensibilité visuelle, mais temps perdu invariable suivant la couleur.

« Si cela est vrai, qu'en résulte-t-il? C'est que le début de l'on-

dulation nerveuse d'origine photochimique coïncide avec des *phases différentes* de l'ondulation nerveuse d'origine pigmentaire, et réciproquement.

« Ainsi, différence d'amplitude relative, d'une part, différence de phase, d'autre part, dans les deux ondulations composantes, voilà ce qui doit distinguer nettement les unes des autres les différentes couleurs. »

M. A. Charpentier donne ensuite des exemples concrets qui précisent très exactement sa théorie de la vision.

« Nous supposerons l'onde pigmentaire ou onde B, la plus longue des deux. On arriverait d'ailleurs aux mêmes résultats en partant de l'hypothèse inverse.

« Nous admettrons en outre que l'onde photochimique ou onde A est trois fois plus courte, par conséquent trois fois plus fréquente que la précédente. Le chiffre 3 n'a évidemment rien d'absolu.

« Pour une première couleur qui sera, par exemple, le rouge, l'onde A et l'onde B commencent en même temps, comme les deux courbes correspondantes de la première partie de la figure 14. Leur superposition dans un élément commun donnera l'onde composée C, de même longueur que B, mais festonnée d'une manière particulière.

« Pour une seconde couleur, le jaune, par exemple, l'onde A est en retard sur l'onde B de la moitié de sa longueur d'onde simple (ou de 1/6 de la longueur d'onde simple de B). De plus, cette onde A aura augmenté d'amplitude relativement à l'autre, comme cela est indiqué en son lieu sur la figure. La vibration d'ensemble aura une nouvelle forme différente de celle du rouge.

« Imaginons encore un nouveau retard de A sur B égal à 1/6 de B ou 1/2 de A, en même temps qu'un nouvel accroissement d'amplitude de A. Nous aurons une nouvelle onde composante différente

des premières, et une nouvelle couleur, par exemple le vert bleu. Ce cas est représenté en bas et à gauche dans la fig. 24.

« Enfin, pour prendre un dernier exemple, augmentons encore de 1/2 longueur d'onde le retard de l'onde A ; cela donne un retard total équivalant à 3/6 ou 1/2 de la longueur de B, ou comme l'onde A est trois fois moins longue, à 1 fois 1/2 la longueur de A. En même temps cette onde A sera encore devenue plus élevée, comme cela est indiqué en bas et à droite sur la figure. Nouvelle forme d'onde résultante et nouvelle couleur qui sera, si l'on veut, le violet.

« *Série des couleurs; leur mélange.* — Nous avons indiqué ce qui se passerait pour quatre couleurs prise arbitrairement, mais entre

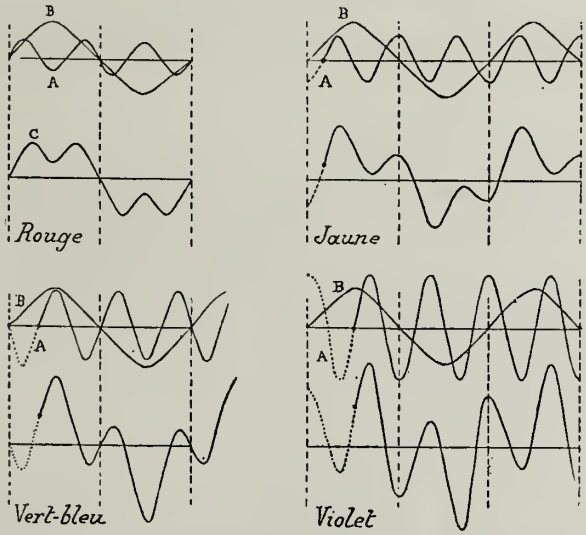


Fig. 24. — Courbes schématiques des couleurs. — A et B ondulations composantes. G, ondulations résultantes.

la première et la dernière il y a place pour la série continue des couleurs spectrales, suivant la valeur du retard de l'onde A sur

l'onde B. Ce retard ne peut évidemment pas excéder 4/6 de B ou deux fois la longueur d'onde simple de A, car on retomberait sur les formes précédentes. Mais il peut avoir une valeur quelconque comprise entre o et 4/6 de B, et chacune de ces valeurs retentit sur l'onde composée produite par la superposition de A et de B, de façon à donner à cette onde une forme spéciale et caractéristique d'un ton spectral donné.

« Ainsi, suivant que l'on fera commencer l'onde A à des phases différentes de l'onde B, on aura des couleurs différentes. Le rouge commençant en R, par exemple, l'orangé commencerait en O, le jaune en J, le vert en V, le vert bleu en C, le bleu en B et le violet en U. Puis en R' recommencerait une nouvelle onde rouge, etc. (fig. 25).

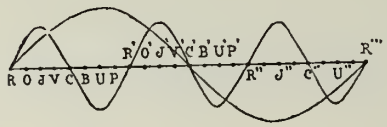


Fig. 25. — Phases relatives des ondulations composantes pour les diverses couleurs; R, commencement de la petite ondulation pour le rouge; O, *id.* pour l'orangé; J. pour le jaune; V, vert; C. vert, bleu; B, bleu; U, violet; P, pourpre; R', nouvelle ondulation pour le rouge, etc.

« On voit qu'en P il y aurait place pour une nouvelle couleur, le pourpre, résultant du mélange du violet et du rouge.

« Dans cette conception, en effet, on peut obtenir facilement la couleur résultant du mélange de deux couleurs données. Les ondes B de chaque couleur sont concordantes, elles s'ajoutent en intensité ; il n'en est pas de même des ondes A, qui se produisent à des phases différentes pour deux couleurs différentes ; mais elles peuvent se composer en une seule onde A résultant de la somme algébrique des deux, et commençant *à une phase intermédiaire.* C'est ainsi que le mélange du rouge et du jaune donnera une onde A commençant entre R et J, par conséquent en O, dans l'orangé. Le mélange du rouge et du vert donnerait une onde A commençant entre R et V, au milieu de l'espace R V, donc dans la région jaune orangée. Et ainsi de suite.

« Seulement, il y a un détail qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est que l'intensité de l'onde A résultante variera suivant la différence de phase : ainsi on sait qu'entre R (rouge) et C (vert-bleu) il y a une différence de phase d'une longueur d'onde simple A (2/6 de B). Les deux ondes A s'annuleront donc si on mélange le rouge et le vert-bleu à intensités égales, et il ne restera plus que les deux ondes B qui se seront ajoutées en intensité l'une à l'autre. Mais alors l'un des deux systèmes d'onde disparaissant, la sensation d'ensemble n'aura plus le caractère de couleur. En effet, le rouge et le vert-bleu mélangés donnent du blanc; ce sont, comme on dit, des couleurs *complémentaires*. De même, pour l'orangé et le bleu, le vert et le pourpre, etc.

« Tous les cas possibles du mélange des couleurs sont faciles à résoudre par l'addition algébrique des courbes caractéristiques des couleurs composantes.

« *Couleurs complémentaires.* — On conçoit que nous n'entrions pas dans le détail de tous ces cas; le cas le plus frappant et le plus important, celui des couleurs complémentaires, est, on l'a vu, très simple à envisager d'après cette théorie. Il résulte de l'interférence de deux vibrations photestésiques qui, se produisant à des phases contraires (différence de une longueur d'onde simple ou d'une demi-longueur d'onde double) s'entre-détruisent. Il en résulte la perception du blanc, grâce à la vibration visuelle qui subsiste.

« Cela ne veut pas dire que l'action photochimique de la lumière sur le rouge rétinien ne se produise pas, mais seulement que les deux vibrations nerveuses correspondantes s'annulent.

« L'annulation n'est complète que pour une intensité égale des deux vibrations photestésiques (ondes A) ; si l'une domine un peu, elle donne son ton au mélange, mais, comme l'amplitude résultante est faible, elle ne festonne que légèrement la vibration visuelle qui

a, au contraire, une grande amplitude. Le mélange est alors blanchâtre avec un ton coloré plus ou moins faible. »

Telle est la théorie de M. A. Charpentier. Certainement elle n'a pas le mérite de la simplicité, car elle est assez complexe. Son processus est nettement thermo-électrique, d'une part, et photochimique, d'autre part, c'est-à-dire que, sous l'action des ondulations thermo-électriques et photochimiques de la lumière, il se produit, dans les milieux rétiniens, des ondulations de forme, d'amplitude et de fréquence variant suivant la couleur. Voilà quelle semble être la cause de l'effet physiologique qui, selon M. Charpentier, procure la sensation visuelle blanche et colorée.

Or, rien n'est plus en désaccord avec les idées que nous avons défendues dans ce livre que cette manière de concevoir la lumière et ses manifestations physiologiques. En effet, pour nous, la lumière est un phénomène émissif impliquant un mouvement continu. Les activités radiales filiformes se rangent par ordre centripète pour voyager dans l'espace, partant la lumière prend une forme, laquelle étant nécessairement active produit une pression sur la membrane élastique de l'appareil visuel, qui dès lors reçoit l'empreinte de cette forme en mouvement et la sent par l'intermédiaire des nerfs qui font corps avec la substance contractile rétinienne.

Ces formes, comme pour le toucher, sont d'autant plus agréables à la vision qu'elles présentent des dispositions morphologiques susceptibles de ne pas détériorer les tissus musculo-nerveux sensibles à la lumière. On sait que la meilleure disposition, dans ce sens, est celle qui atteint à la perfection sphérique.

Ainsi, on le voit, entre la théorie de M. A. Charpentier et la nôtre, il n'y a que de gros dissentiments à enregistrer, tant on peut constater de divergences.

*
* *

Le Dr Raphaël Dubois, professeur de physiologie générale à l'Université de Lyon, publia en 1892 un ouvrage iutitulé *Anatomie et physiologie comparée de la pholade dactyle.*

La pholade dactyle est un curieux mollusque qui habite presque toutes les côtes de l'ouest de l'Europe et vit dans des trous creusés dans le roc ou dans l'argile. Sa forme est allongée. Il se tient à l'intérieur de deux grandes valves ou sortes de coquilles minces, fragiles, garnies de saillies aiguës, dentées, régulièrement disposées, qui protègent, à la façon d'une armure, le corps mou de l'animal et lui donne des points d'appui. Ces valves sont bâillantes en haut pour donner issue au siphon, cylindre blanchâtre, membraneux rétractile et protactile, creusé dans son épaisseur de deux canaux parallèles séparés par une mince cloison. En bas, les valves sont fortement échancrées pour le passage du pied.

Le but que se proposait M. Raphaël Dubois était d'aborder l'étude physioliogique de cet invertébré marin en s'appliquant à connaître l'anatomie, la structure histologique et la sensibilité de l'organe qui sert à la pholade d'appareil tactile, olfactif, gustatif et visuel : le siphon.

Des expériences faites sur le siphon de la pholade entière ayant permis à M. Raphaël Dubois d'observer que cet appendice était toujours capable de se rétracter et de se détracter sous l'influence d'une excitation mécanique périphérique, il eut l'idée ds faire agir sur cet organe d'autres excitants, tels que matières odorantes, substances sapides, et il constata que les phénomènes rétractiles et proctatiles se poursuivaient constamment avec des modalités similaires. Continuant ses études, il fit bientôt les mêmes expériences pour la lumière.

« Analysons maintenant les phénomènes extérieurs par lesquels la Pholade nous révèle la sensation lumineuse qu'elle a ressentie.

« Nous avons vu qu'à l'aide d'un excitant mécanique, la pointe d'un stylet, par exemple, ou d'un excitant gustatif ou olfactif, on pouvait provoquer deux sortes de contractions bien distinctes, l'une par excitation directe des segments contractiles sous-épithéliaux, l'autre par un mouvement réflexe des grands muscles longitudinaux.

« Nous obtiendrons les mêmes résultats en substituant au stylet le pinceau lumineux de notre photophore. »

Pour étudier les contractions de la Pholade, l'ingénieux docteur peut, à l'aide d'une combinaison très simple, faire écrire lui-même à l'un de ces animaux adultes, susceptible de voir par la peau, ses sensations lumineuses ou chromatiques.

L'expérience consiste à fixer la Pholade sur une planchette par son extrémité inférieure, le support est immergé avec l'animal dans une cuvette d'eau de mer et à face parallèles, de manière que l'extrémité du siphon soit dirigée perpendiculairement à la surface du liquide.

« L'extrémité libre du siphon est reliée au levier d'un tambour de Marey, qui transmettra à un tambour enregistreur semblable les moindres mouvements de cet organe. Ce second tambour est muni d'un stylet qui inscrit tous les mouvements transmis par le tambour récepteur sur un cylindre revêtu d'un papier enduit de noir de fumée. La cuve de verre renfermant l'animal est enfermée dans une chambre noire, percée seulement d'une fenêtre antérieure et d'un petit orifice supérieur pour laisser passer le fil réunissant le bout du syphon au stylet du tambour récepteur. La fixation du fil au bout du siphon se fait avec une épingle de laiton recourbée ou avec un hameçon assez gros pour éviter les déchirures du tissu, qui provoqueraient des contractions permanentes de l'organe. »

L'expérience étant ainsi disposée, M. Raphaël Dubois (sachant que des deux sortes de contractions distinctes, l'une peut être localisée, tandis que l'autre est caractérisée par un mouvement d'ensemble du siphon), pour retenir la première contraction qui découle de l'action que la lumière exerce sur les éléments épithéliaux pigmentés (contraction du système avertisseur) et ne pas avoir à recueillir les effets de la seconde contraction qui ne sont que réflexes, pratique le sectionnement d'un siphon à la base; puis, pour faire écrire ce lambeau de manteau détaché du corps de l'animal, il le fixe avec une épingle par son extrémité inférieure sur la planchette immergée dans la cuve à faces parallèles et accroche avec un hameçon son extrémité libre au fil du tambour récepteur.

Dans ces conditions expérimentales, on obtient des tracés sur le cylindre de l'appareil enregistreur qui, étant les résultat d'une contraction unique, sont d'un dessin suivi et simple dans sa constitution, quoique sujets à varier de forme selon la lumière qui entre en jeu.

La comparaison de ces dessins provenant d'excitations lumineuses avec ceux de source mécanique permet tout d'abord à M. Raphaël Dubois d'écrire :

« En somme, les choses se passent comme si l'on touchait, si l'on excitait mécaniquement l'épiderme. L'excitation mécanique est remplacée par l'influence lumineuse, qui peut également faire jouer l'*amorce*, c'est-à-dire la cellule épithéliale. Celle-ci provoque, à son tour, par une action spéciale, que nous rechercherons ultérieurement, s'exerçant sur la fibre musculaire, qui la continue, l'explosion du potentiel accumulé pendant le repos. La fibre musculaire ébranle à son tour le système nerveux.

« Ce mécanisme est bien différent de celui que l'on a admis jusqu'à présent pour expliquer les sensations lumineuses, puisque,

dans ma théorie, le système nerveux n'est influencé que très *secondairement* et *mécaniquement*. En d'autres termes, *c'est l'irritabilité de la fibre contractile qui est mise en jeu avant la neurilité de la terminaison nerveuse périphérique. La vision dermatoptique se produit donc ici par un véritable phénomène tactile se passant dans l'intérieur du tégument.*

« Dans cette comparaison de la sensation lumineuse avec un phénomène tactile, rien ne peut choquer nos idées, puisque l'on sait qu'il suffit d'exercer sur notre œil une légère pression pour provoquer un phosphène brillant dans l'obscurité la plus complète.

« Sous ce rapport encore, la peau de la pholade peut se comparer à notre rétine; aussi ai-je cru pouvoir donner à ces couches superficielles le nom de *rétine dermatoptique*, bien qu'elles puissent être le siège de sensations différentes se produisant par un mécanisme de même nature.

« Nous admettrons également, quand il s'agira de la vision, que la peau renferme des *éléments dermatoptiques* composés des trois segments : épithélial, musculaire et neural, les deux premiers formant le système avertisseur. »

Pour les tracés du cylindre de l'appareil enregistreur, M. Raphaël Dubois appelle « *période latente*, le temps qui s'écoule entre le moment où la lumière tombe sur la rétine dermatique et le début de la contraction qui est indiqué par celui de la courbe.

« *L'amplitude* de la contraction se mesure par l'étendue de l'aire circonscrite par la courbe, d'une part, et la ligne de zéro, de l'autre.

« Le *maximum de l'amplitude* ou *amplitude maxima* correspond à la distance maximale de la courbe à la ligne de zéro.

« La *rapidité de la contraction* est indiquée par l'inclinaison plus ou moins grande de la partie de la courbe comprise entre son point d'origine et son maximum

« Enfin la *durée du travail* est exprimée par la longueur de la courbe.

« Nota. — Dans toutes nos expériences sur l'action de la lumière, la rotation du cylindre enregistreur a toujours été la même (un tour en 80 secondes). »

L'examen attentif des nombreux graphiques obtenus, soit par de la lumière blanche, ou bien par des radiations simples du spectre solaire, a fait découvrir à M. Raphaël Dubois des particularités qui lui ont permis d'entrevoir la possibilité d'établir une théorie de la vision.

Rappelons ces particularités :

« 1° La période latente de contraction a une durée variable avec la nature de la radiation excitante.

« Voici les valeurs respectives exprimées en demi-secondes que j'ai trouvées dans une expérience :

« Jaune : 1,5; vert : 2; bleu : 2,5; violet : 3; rouge : 4.

« *La durée de la période latente augmente donc du jaune au vert, du vert au bleu, du bleu au violet, du violet au rouge, et cela d'une manière très générale.*

« 2° Les mesures prises sur un grand nombre de tracés semblables montrent que, d'une manière très générale, *l'amplitude de la courbe est dix fois plus grande quand l'intensité de l'éclairage est cent fois plus forte.*

« 3° Avec chaque lumière monochromatique on peut obtenir une série de courbes variant avec l'intensité éclairante.

« Si l'on prend pour commune mesure de l'intensité éclairante de deux lumières de nature différente l'amplitude de la contraction qu'elles provoquent, on est conduit à admettre pour la peau de la pholade comme pour notre rétine que les différentes régions du spectre sont loin d'avoir le même pouvoir éclairant.

« *L'amplitude maxima de la contraction décroît, en effet, dans un*

spectre solaire selon l'ordre suivant : jaune, vert, bleu, violet, rouge.

« Les tracés 26, 27, 28, 29, 30 nous donnent les valeurs suivantes exprimées en millimètres. Ces valeurs sont variables, bien entendu, avec la taille de l'animal et l'intensité du foyer éclairant, mais toujours à peu près respectivement proportionnelles entre elles.

« Jaune : 13 millimètres ; vert : 10 millimètres ; bleu : 8 millimètres ; violet : 5 millimètres ; rouge : 3 millimètres.

« Dans une expérience, j'ai cherché à comparer l'amplitude d'une courbe obtenue au moyen d'un foyer déterminé de lumière blanche, avec les courbes provoquées par ce même foyer avec interposition d'une série de verre de couleurs, j'ai trouvé les chiffres suivants :

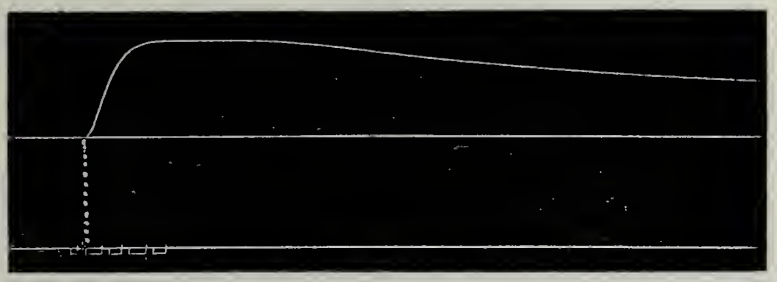
Hauteur maxima de la courbe	dans	la	lumière blanche	=	22	millim.
—	—	—	verte	=	11	—
—	—	—	jaune	=	8	—
—	—	—	bleue	=	6	—
—	—	—	violet	=	X	—
—	—	—	rouge	=	1	—

« Par suite de la mauvaise qualité du verre violet, je n'ai eu aucune réaction dans cette lumière, mais si on additionne les valeurs obtenues avec les autres radiations colorées composantes du foyer de la lumière blanche, on trouve le chiffre 26, qui se rapproche sensiblement du nombre 22. Si la lumière violette avait produit une réaction, le chiffre 26 fût peut-être devenu 29, mais le résultat n'aurait eu rien de surprenant, étant donné que les verres employés n'étaient pas monochromatiques. Il serait intéressant de refaire cette expérience dans de meilleures conditions ; pourtant elle est déjà suffisante pour montrer que les *intensités partielles des radiations composantes du spectre s'ajoutent pour constituer l'intensité éclairante du foyer qu'elles forment par leur réunion.* »

Enfin, ces observations, faites sur les graphiques résultant des excitations lumineuses supportées par la peau de la pho-

lade, permettent à M. Raphaël Dubois de conclure comme suit :

« Si l'on ne tient compte que de l'amplitude de la contraction, de sa durée et de celle de la période latente dans les tracés représentés dans les figures 26, 27, 28, 29, 30 et obtenus au moyen d'un siphon isolé et de verres colorés placés devant une source lumineuse d'intensité constante, on sera peut-être tenté de croire que l'intensité lumineuse seule entre en jeu.

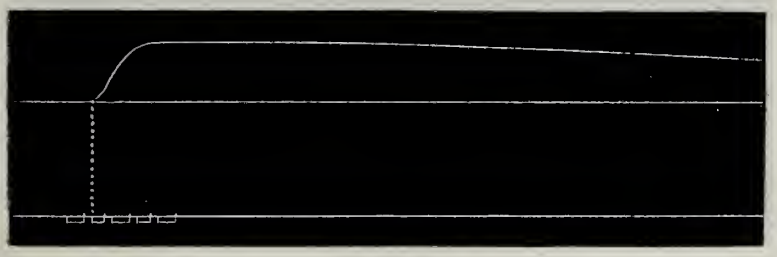


Jaune.

Fig. 26.

Vert.

Fig. 27.

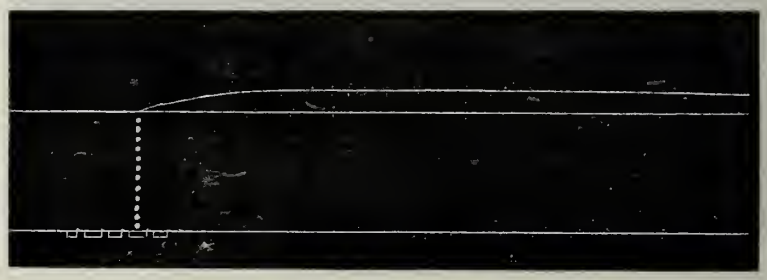


Bleu

Fig. 28.

Violet.

Fig. 29.



Rouge.

Fig. 30.

« Mais avec un peu d'attention, on remarquera que la forme de ces graphiques n'est pas la même que celle des tracés obtenus avec des intensités différentes d'une même source de lumière blanche (V. fig. 31, 32, 33, 34, 35). On est frappé de la rapidité du départ

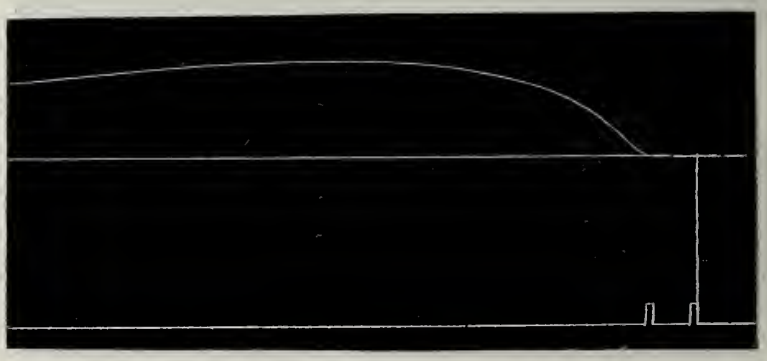


Fig. 31.

Fig. 32.

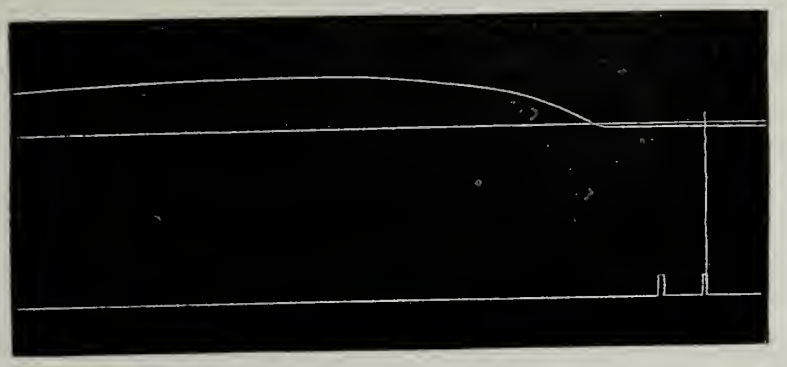


Fig 33.

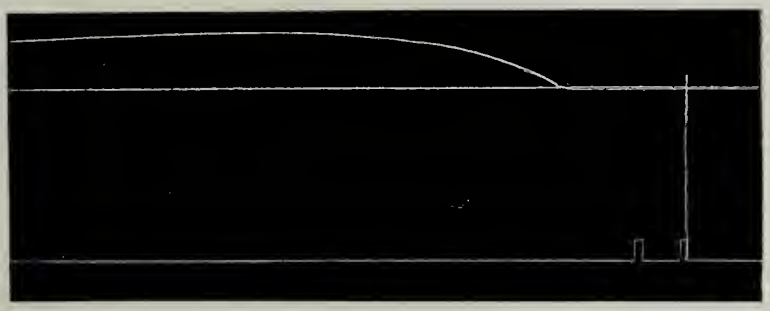


Fig 34.

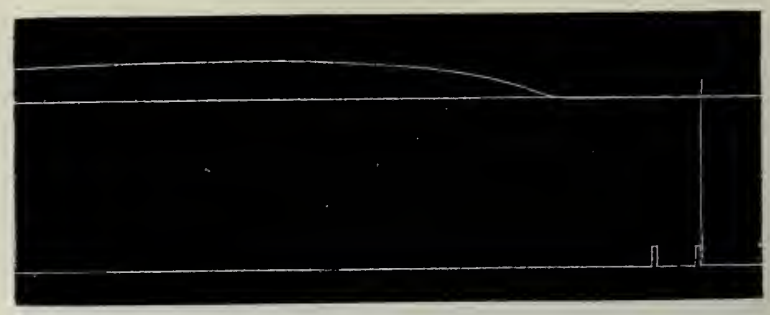


Fig. 35.

de la contraction provoquée par les radiations vertes et jaunes, laquelle contraction atteint très vite son maximum d'amplitude, tandis qu'au contraire les radiations violettes et rouges ne déterminent qu'une contraction très paresseuse.

« La comparaison des deux séries de courbes, dont je viens de parler permet encore une autre remarque, c'est que la rapidité de la contraction avec la lumière blanche est précisément intermédiaire entre celle des radiations jaunes et vertes et celle des radiations violettes et rouges. Il semble donc que, lorsque la lumière blanche composée de toutes les radiations simples du spectre tombe sur la rétine dermatoptique, ces excitants, d'activités différentes, agissant simultanément, impriment à la contraction dermatoptique une vitesse moyenne qui correspond précisément à la sensation de lumière blanche. La vitesse de contraction qui se rapproche le plus de celle de la lumière blanche est celle du bleu, et l'on sait combien facilement on passe de la sensation de lumière blanche à celle du bleu pâle, qui est la seule persistante avec les lumières composées de très faible clarté. La nuance qui se rapproche le plus du violet est artificiellement produite par un mélange de bleu et de rouge; or, il est remarquable que la vitesse de contraction du violet soit précisément intermédiaire entre celle du bleu et celle du rouge; il en est de même pour le mélange du jaune et

du bleu qui donne la sensation du vert. Enfin, le mélange d'une radiation excitatrice d'une contraction très rapide, comme le vert, avec une radiation à contraction très lente, comme le rouge, donne encore une vitesse moyenne qui correspond à la sensation du blanc; on peut en dire autant du jaune et du bleu. Ainsi peuvent s'expliquer les *couleurs complémentaires*. Toutes les explications du mécanisme de la vision chromatique que nous connaissons ne reposent que sur des hypothèses. La théorie que nous proposons a le grand avantage, d'une part, d'être fondée sur des faits expérimentaux et, d'autre part, d'être d'une grande simplicité.

« Nous dirons donc que la *sensation d'intensité lumineuse dépend de l'amplitude de la contraction dermatoptique du système avertisseur, tandis que la sensation chromatique résulte de la vitesse plus ou moins grande de cette contraction.* »

En résumé :

1° M. Raphaël Dubois, de la comparaison faite, d'une part, entre les graphiques de source mécanique et, d'autre part, entre ceux d'origine lumineuse, infère que la lumière excite mécaniquement l'épiderme de constitution rétinienne de la pholade.

2° De l'examen des graphiques dérivés des lumières blanches et des lumières monochromatiques, l'étude des courbes ayant révélé une certaine connexion entre les vitesses des contractions produites par la lumière blanche et celles produites par les lumières monochromatiques d'activité moyenne spectrale, M. Raphaël Dubois prend prétexte de ces constatations pour créer une théorie de la vision ou plutôt des complémentaires, fondée sur ce que la composition des lumières complémentaires paraît donner des graphiques intermédiaires entre les deux contractions fournies par les couleurs d'où proviennent ces lumières blanches.

Voilà, en somme, à quelles conclusions les travaux expérimentaux faits sur la pholade dactyle ont conduit leur distingué auteur.

Ce qu'il faut retenir de l'ensemble de ces travaux, c'est que la découverte et l'étude de la fonction dermatoptique chez la pholade a conduit M. Raphaël Dubois à des considérations fondamentales relative au véritable fonctionnement de la rétine humaine. Ce que l'antiquité avait pressenti, il y a plus de vingt-trois siècles, la science moderne l'a prouvé par des expériences qui confirment cette opinion de Démocrite que chaque sens n'est qu'une sorte de toucher.

Le fait important qui ressort dans *Anatomie et physiologie comparées de la pholade dactyle* est donc que la membranne rétinienne s'excite mécaniquement au contact de la lumière. Quant à la théorie de la vision que M. Raphaël Dubois essaie d'esquisser, son existence est bien problématique, basée qu'elle est sur des observations graphiques — la rapidité des contractions — qui selon nous, n'ont ni les analogies, ni les rapports de concomitance signalés par le théoricien.

En effet, M. Raphaël Dubois ne peut invoquer l'analogie des graphiques obtenus, d'une part, par des intensités différentes d'une même source de lumière blanche et, d'autre part, avec des radiations qu'il appelle moyennes et qu'il précise en désignant le bleu, puisqu'il avoue lui-même dans les lignes suivantes que ces courbes diffèrent essentiellement. « Mais quoi que l'on fasse, en admettant que les courbes obtenues puissent être comparables sous le rapport de l'amplitude, de la durée, elles n'auront pas même forme. »

Et remarquez qu'à l'aide de certaines dispositions, on peut faire varier à volonté l'amplitude des contractions, provoquées par la lumière blanche; il suffit de graduer l'éloignement du foyer lumineux. Par conséquent, la comparaison des courbes, sous le rapport de l'amplitude, des lumières blanches et simples du spectre, ne peut donner lieu à aucune détermination caractéristique.

D'ailleurs, en examinant attentivement tous ces graphiques, soit des lumières blanches, soit des lumières colorées, on est obligé

de conclure que la peau de la pholade ne distingue vraiment que les intensités lumineuses et que la seule différence qui soit à noter dans les graphiques dérivant des contractions des lumières blanches et des contractions des lumières colorées, existe uniquement dans la forme plus ou moins régulièrement ou irrégulièrement courbe, à laquelle forme sont attachées, pour les contractions radiales, des amplitudes variant avec la luminosité des couleurs [1].

Telles sont les raisons qui nous obligent à ne pas trouver suffisamment fondée la théorie de la vision de M. Raphaël Dubois. Cependant nous restons convaincu de la très grande portée de ses expériences. Seulement nous n'hésitons pas à dire que les faits recueillis à l'étude de la pholade auraient dû recevoir une plus large interprétation. Mais, pour cela, il aurait fallu que le milieu scientifique dans lequel notre distingué physiologiste a été formé ne fût pas encombré des fameux dogmes contre lesquels nous avons lutté dans cet ouvrage et que défendent, avec un parti pris hautain, tant d'autorités scientifiques. C'est évidemment la crainte de se placer trop visiblement en désaccord et dans un état de mésalliance avec ce que Hirn aurait appelé les impudentes affirmations de la science moderne, qui a fait reculer l'observateur du siphon de la pholade.

En effet, M. Raphaël Dubois pouvait, s'il avait été dégagé de tous liens, si sa liberté avait été complète, se livrer non seulement à des explications sur les effets physiologiques de la lumière mais empiéter heureusement dans le domaine de la physique pure, c'est-à-dire se livrer à des révélations rares sur la nature de ce mystérieux impondérable qu'on appelle l'éther lumineux.

1. Il faut ajouter que ce que nous venons de dire ne s'applique qu'aux couleurs jaune, verte et bleue; les autres teintes, le rouge, et le violet, étant généralement obtenues à l'aide de verre contenant, pour le rouge les éléments qui constituent le pourpre, et, pour le violet, un assemblage de rouge et de bleu, mélanges qui détruisent certainement la sincérité des effets graphiques des contractions de la pholade.

Une chose frappera quiconque voudra sérieusement étudier les travaux de M. Raphaël Dubois et nos conceptions sur la nature de la lumière, — sa propagation dans l'espace, ses effets optico-physiologiques, — c'est que, tout en ne formulant pas des conclusions identiques aux nôtres sur ces différents sujets intéressant la lumière, l'expérimentateur de la pholade présente une série d'expériences qui, interprétées dans leur vrai sens, contiennent une éclatante démonstration en la faveur des idées théoriques que nous n'avons cessé de mettre en évidence dans cet ouvrage.

En premier nous signalerons un fait très grand, comme intérêt scientifique, à savoir que l'épiderme de constitution rétinienne de la pholade n'est pas organisé pour recevoir et rendre perceptibles des mouvements vibratoires que le mathématicien Huygens a appelés ondulations.

Ainsi, des deux phénomènes visuels et auditifs, ce dernier étant le seul sur lequel il n'y ait aucun doute, quant à sa nature franchement vibratoire, on constate que c'est précisément aussi le seul phénomène capable d'excitation qui ne donne pas de sensation à la pholade dactyle. « C'est en vain que j'ai cherché à constater l'existence du sens de l'ouïe chez la pholade dactyle. Les bruits les plus intenses, les sons les plus aigus obtenus au moyen d'une sirène ou de cylindres métalliques pouvant donner jusqu'à 36 000 vibrations à la seconde n'ont provoqué aucune réaction significative. Le résultat a été le même avec des animaux sortis de l'eau ou immergés. » (Raph. Dubois.)

Cette constatation expérimentale, nous la prenons pour un des faits qui fortifient le plus les théories émissives lumineuses, car la structure de l'épiderme du siphon de la pholade étant constituée sur les plans et avec des éléments montrant de profondes analogies avec ceux de la rétine humaine, on peut dire que ce système protoplasmique musculo-nerveux n'est pas organisé pour recevoir le

ondes lumineuses, puisque les ondulations sonores, combien moins rapides que celles de la lumière n'excitent point une pareille membrane.

Pour que l'excitation résultant des ondulations soit perçue comme sensation, il faut qu'un intermédiaire intervienne.

« Peut-être, dit M. Raphaël Dubois, le siphon de la pholade est il insensible au son, uniquement parce qu'il n'existe aucun apparei de renforcement dans les points où le contact est le plus développé.

« D'ailleurs, dans l'organe auditif, chez les animaux les plus élevés en organisation, les terminaisons nerveuses ne sont pas directement excitées par le son. Il faut un intermédiaire qui joue le même rôle que le système avertisseur de la pholade pour les autres sensations. » Or, cet intermédiaire est l'appareil que nous connaissons; c'est l'oreille, avec son tympan, sa caisse résonnante et ses fibres de Corti.

Donc, pas de doute possible : puisque la peau de la pholade est impropre à s'exciter par le fait des ondulations sonores, la lumière n'est pas un phénomène ondulatoire, c'est un phénomène émissif, continu et susceptible de pression, les terminaisons périphériques nerveuses ne pouvant s'irriter que mécaniquement.

Nous avions toujours pensé que l'étude anatomique et physiologique de l'organe sensible à la lumière ou d'une membrane constituée pour en tenir lieu, pouvait conduire un observateur un peu attentionné à des révélations sur la nature de la lumière.

Que certains mathématiciens viennent prétendre que ce point de la physique optique — la nature de la lumière — ne peut les intéresser [1], qu'il leur suffit qu'une théorie, celle d'Huygens-Fresnel, réponde à leurs calculs en s'appliquant à la généralité des phéno-

1. Nous citerons M. Poincaré qui, dans sa théorie mathématique de la lumière, 1889, a dit : « Peu nous importe que l'éther existe réellement; c'est l'affaire des métaphysiciens. »

mènes lumineux, cette opinion ne peut être que celle de savants indifférents à tout ce qui n'est pas directement uni à leur spécialité. Mais doit-on suivre un tel raisonnement à notre époque où l'aide mutuelle des connaissances humaines a donné des résultats qui restent comme la démonstration la plus belle de cette liaison que tous les penseurs s'accordent à reconnaître dans les sciences. Bacon a écrit : « Et posons pour règle générale que toutes ces divisions, pour les bien entendre et les bien appliquer, il ne faut pas oublier qu'elles ont plutôt pour but de caractériser et de distinguer les sciences que de les détacher les unes des autres et de les séparer. Et c'est ainsi que l'on évitera dans les sciences toute solution de continuité, car l'esprit opposé à celui-là rend les sciences stériles, infructueuses et erronées, vu qu'une fois séparées, elles cessent d'être nourries, substantées et rectifiées par leur source et leur aliment commun. »

Or, nous avons un exemple des rapports intimes que les sciences ont entre elles, la preuve est dans l'appui que les études physiologiques du docteur Raphaël Dubois apportent à la physique optique, quant à définir, d'après notre interprétation, le mode de propagation de la lumière.

Mais les expériences si curieuses faites sur la Pholade dactyle ne disent pas seulement que la lumière voyage dans l'espace en un mouvement continu que Newton a nommé émissif, nous allons démontrer qu'elles accusent encore l'existence du phénomène de forme-lumière qui est la base de notre théorie de la vision.

Évidemment M. Raphaël Dubois n'a rien fait ressortir de tout ceci. D'études expérimentales qui sembient irréprochables, il n'a su tirer qu'une conclusion : à savoir que les irritants de nos sens sont tous des excitants mécaniques. Certes, une semblable affirmation est considérable, puisqu'à elle seule revient l'honneur d'avoir jeté les fondements d'une théorie intéressant aussi bien le méca-

nisme biologique des organismes visuels inférieurs, que ceux plus perfectionnés appartenant aux animaux supérieurs. Mais pourquoi s'être arrêté en chemin et ne pas avoir cherché à élargir le cercle d'action de tels résultats obtenus par l'expérience ?

Il va de soi que si M. Raphaël Dubois avait su mettre en évidence ce que nous allons dire à la suite, nous ne serions pas les premiers arrivés dans l'énonciation de cette idée de forme-lumière dont nous revendiquons la priorité. Néanmoins quand nous avons imaginé cette conception (1887), qui découlait pour nous des lois de l'esthétique ralliées à l'unité de forme, nous étions loin de supposer que plusieurs années après un physiologiste français, professeur à l'une de nos grandes Universités, en observant un mollusque sans yeux, fixerait des faits capables d'être interprétés dans le sens de la théorie émissive de la lumière et en la faveur de la forme que prend ce phénomène pour voyager dans l'espace et venir se heurter à notre rétine.

On a vu que nous n'avons rien exagéré pour ce qui est de l'émission de la lumière ; la pholade dactyle, ou plus précisément la structure de son siphon, nous a enseigné que les ondes ne pouvaient prétendre à légiférer le mouvement de l'éther lumineux dans l'espace. Nous allons encore faire voir que ce petit lambeau membraneux est capable de démontrer l'existence morphologique de la lumière, c'est-à-dire de consolider notre conception de forme-lumière de telle sorte qu'il ne sera plus possible d'en nier la valeur.

En effet, si nous considérons les expériences faites sur la pholade en vue d'obtenir les graphiques des contractions produites par le contact du siphon, soit avec des substances odorantes ou bien sapides, soit avec des lumières variées, nous constatons la présence des faits expérimentaux se répétant invariablement toutes les fois qu'il existe une similitude morphologique entre les excitants quels qu'ils soient.

Ainsi commençons par les graphiques dérivant de l'odorat.

« L'action des substances odorantes sur le siphon de la pholode entière est on ne peut plus facile à mettre en évidence. On place ce mollusque dans une cuvette inclinée, ne renfermant que la quantité d'eau de mer nécessaire pour que la plus grande partie du corps soit immergée, le siphon restant en dehors du liquide.

« L'expérience étant ainsi disposée, on attend que l'allongement du siphon se produise et que les tentacules s'épanouissent.

« Si, à ce moment, on approche de la surface de l'extrémité du siphon une baguette de verre imprégnée d'une substance odorante on verra souvent se produire, au bout d'un intervalle de temps plus ou moins court, une contraction dont l'amplitude et la brusquerie varieront avec la nature de l'agent excitant. »

Voici les principaux résultats obtenus :

« *Vapeurs odorantes pour la pholade* [1] :

Xylène : très actif, rapide.
Paraldéhyde : très actif, lent.
Nitrite d'amyle : très actif.
Sulfure de carbone : très actif, rapide.
Ammoniaque : très actif, très rapide
Crésylol : très actif, mais un peu lent.
Alcool amylique : actif, rapide.
Alcool éthylique : très actif, mais lent.
Acide acétique : actif, rapide.
Aldéhyde : actif, rapide.
Essence de camomille : actif, rapide.
Alcool isopropylique : actif, assez rapide.
Chloroforme : actif, assez rapide.
Essence d'aspic : actif, lent.
Camphre : actif, mais très lent.

1. L'expression substance active, très active, signifie que le corps employé provoque une contraction d'une grande amplitude. Lent, très lent, sont des termes indiquant la rapidité avec laquelle cette contraction apparaît ou se développe.

Essence de romarin : actif, lent.
Alcool butylique : actif, lent.
Alcool méthylique : actif lent.
Éther amylautique : actif, rapide.
Éther ordinaire : actif, rapide.
Benzine : peu actif, lent.
Orthotoluidine : action faible, lente. »

Ce tableau nous montre que les vapeurs des corps très acides et très caustiques, tels que l'acide acétique ou l'ammoniaque, produisent toujours une contraction rapide ou très rapide dans le départ de l'amplitude, tandis qu'aucune contraction lente n'appartient aux catégories de corps que nous venons de désigner.

Pour le goût, la comparaison des graphiques indique que de tous les ingrédients à saveur, ce sont les substances sapides acides qui fournissent les tracés les plus violents.

Le tracé de la figure 36 a été obtenue au moyen d'une solution douce composée de gomme ou de sucre de canne.

Fig. 36.

La figure 37 est le résultat graphique d'une contraction gustative de la pholade, originaire d'un amer: le quassia. La figure 38 montre un tracé obtenu avec l'extrait de gentiane.

Les saveurs alcalines ont donné des courbes caractérisées par un allongement très léger et de très courte durée, suivi d'une légère contraction secondaire, ainsi que le montre la figure 39 provoquée par le carbonate d'ammoniaque.

Sous l'influence d'un excitant gustatif acide, les graphiques fournissent des tracés où apparaît une suite de mouvements ou retraits

qu'exécute le siphon comme pour éviter un contact désagréable.

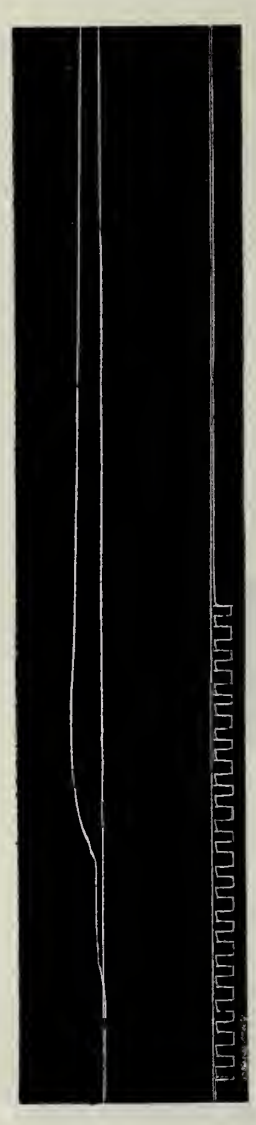


Fig. 37.

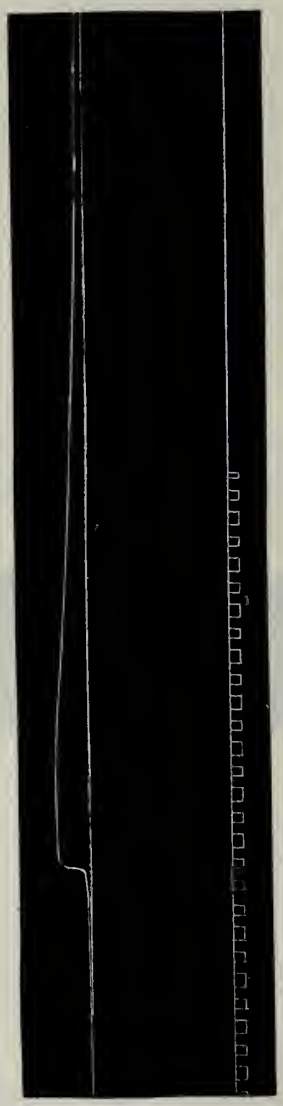


Fig. 38.

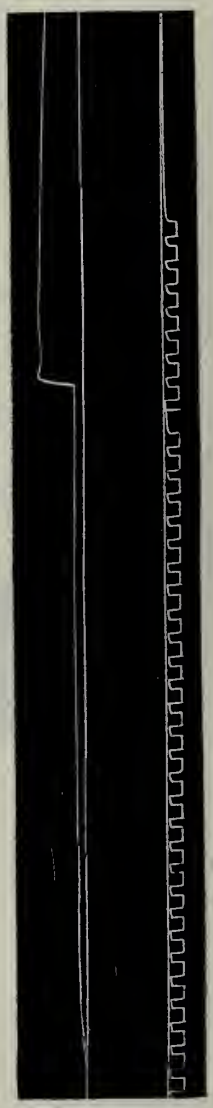


Fig. 39.

La figure 40 est obtenue par l'acide citrique.

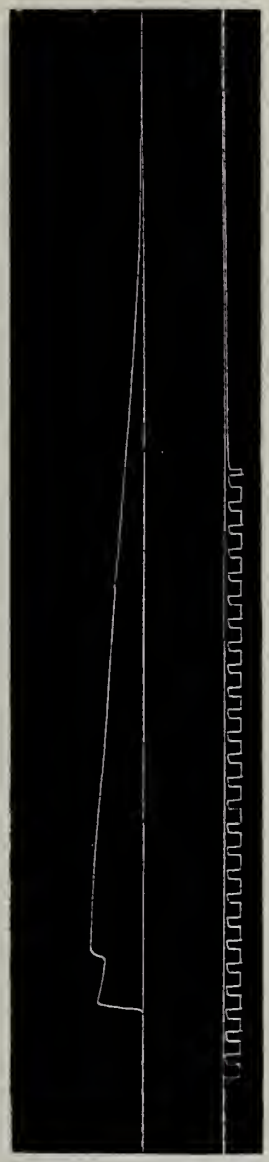


Fig. 40.

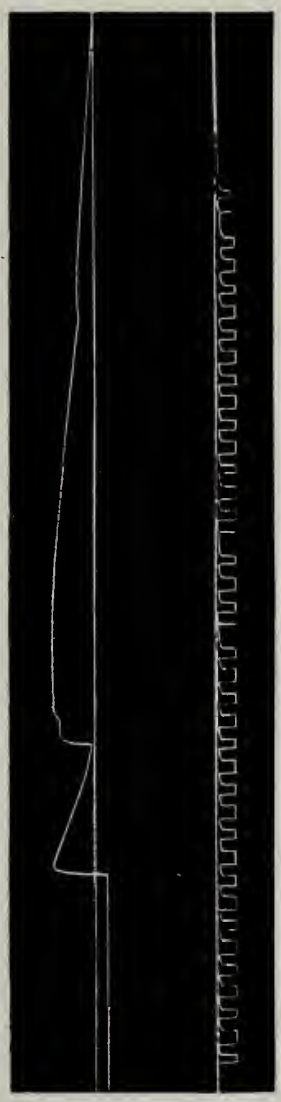


Fig. 41.

Enfin, certaines solutions acides sont capables de fournir des

tracés surabondamment agités, comme le montre la figure 41, qui est d'une violence et d'une brusquerie extrêmes.

En résumé, on observe que tous ces graphiques, fournis par la pholade soumise à des expériences olfactives ou gustatives, montrent généralement des tracés sinon très actifs d'amplitude, du moins très rapides d'apparition pour les acides et les caustiques, tandis que les autres corps, volatiles ou divisés, — soit qu'ils s'adressent à l'olfaction ou à la gustation, — d'odeurs et de saveurs modérées, donnent tous sans exception des graphiques moins rapides, c'est-à-dire des courbes plus infléchies, plus molles au départ que celles des corrosifs précités. Cette constatation n'est-elle pas significative ?

Les odeurs et les saveurs aiguës, pointues donnent des sensations à la Pholade que les graphiques traduisent par des dessins nets et coupés à angle droit avec la ligne de zéro, et les autres substances moins pénétrantes, plus émoussées, plus supportables accusent des lenteurs au départ caractérisées par des inflexions consécutives ou lignes sinueuses plus ou moins régulières.

Or, ne peut-on pas dire de ces dessins qu'ils sont l'image visuelle de l'effet olfactif et gustatif ressenti; l'image de la forme des particules matérielles volatiles ou divisées composant les excitants du goût et de l'odorat.

Mais l'analyse des phénomènes olfactifs et gustatifs par la méthode graphique, quant à la morphologie des excitants, est bien dépassée par celle des sensations dermatoptiques qui présente, comme on va le voir, avec infiniment plus de précision, des tracés où s'observent les mêmes particularités constantes que nous venons de signaler.

Pour bien saisir les faits que nous allons exposer intéressant les sensations lumineuses qu'inscrit graphiquement la pholade, il faut tout d'abord se rappeler que ce mollusque ne distingue vraiment que les intensités lumineuses, lesquelles sont traduites par

des courbes myographiques se présentant sous deux aspects assez nettement caractérisés pour que l'on puisse en tirer les généralités suivantes :

1° Pour les intensités lumineuses des radiations simples, dont le maximum est situé dans le jaune voisin de la raie D, l'amplitude des courbes est toujours en raison de la luminosité de la radiation et la rapidité de départ est sensiblement la même pour toutes les couleurs spectrales ; on peut l'évaluer, en prenant la ligne de O pour base, à un angle de 45°. (Nous ne parlons ici que des couleurs jaune, verte et bleue. Le violet et le rouge étant, dans les expériences de Raphaël Dubois, fournis par des verres colorés possédant des éléments chromatiques par trop divers.)

2° Pour les radiations composées, telles que la lumière blanche, l'amplitude des graphiques est toujours en raison de l'intensité du foyer lumineux et la rapidité de départ se dessine en un tracé régulièrement courbe.

Enfin de l'ensemble de ces contractions d'origine lumineuse, on peut dire que les lumières ayant les plus grandes intensités relatives spectrales, comme le jaune, le vert, le bleu (figures 26, 27 et 28), montrent graphiquement des rapidités de départ présentant des dispositions quasi aiguës et à grande amplitude, tandis que les lumières douces et éclatantes, comme la lumière blanche (figure 31), font voir, quelle que soit l'amplitude du graphique, des tracés doux et moelleux : ce qui indique surabondamment l'assimilation des lumières aiguës aux substances acides.

Ceci étant fixé, on peut admettre que, pour la lumière, les contractions écrites par la pholade sur l'appareil enregistreur dénoncent la qualité morphologique des sensations reçues et cela par suite de cette conséquence que ces sensations, si elles proviennent d'excitations mécaniques, comme l'affirme M. Raphaël Dubois, doivent être le résultat de pressions, c'est-à-dire de forces ayant une forme.

Les mouvements de contractions de la pholade sont donc, en résumé, la résultante de l'effet extérieur ressenti par le derme de l'animal, et comme ce qui est aigu est plus douloureux ou moins supportable que ce qui est globulaire, les extériorités excitatrices d'origine aiguë sont plus immédiatement sujettes à sensibiliser la membrane nerveuse périphérique du siphon, anatomiquement comparable à la rétine, que les autres pressions aux formes émoussées ou rondes.

Les courbes des graphiques dermatoptiques de la pholade sont conséquemment la représentation de la forme de l'excitant-lumière ou de la forme-lumière.

La forme-lumière n'est donc pas une conception hypothétique, c'est une certitude scientifique.

CHAPITRE XI

LES EXCITANTS DE NOS SENS SONT DES FORMES EN MOUVEMENT

Le rôle des organes périphériques nerveux qui touchent les formes des irritants est une interprétation nouvelle de l'acte de sentir qui a besoin d'être développée. C'est ce que nous allons faire dans les quelques pages qui suivent.

Nos sens ne sentent que des formes. Voilà, nous croyons, un critérium qu'on acceptera sans trop de difficulté, pour l'organe visuel, après la lecture de la partie scientifique qui nous a servi à établir nos lois de l'esthétique de la couleur. Or, si l'on veut bien convenir que la forme-lumière était, de toutes les formes des excitants de nos organes des sens, celle dont on pouvait le plus redouter qu'elle fasse échec à la théorie que nous voulions édifier, notre criterium se trouve, dès lors, dans la voie la meilleure, le péril étant écarté, pour qu'une généralisation soit tentée par une intromission nouvelle dans la physiologie, étant donné surtout que la science a déjà introduit dans le domaine de la psychophysique des connexions

entre les fonctions ou le rendement mécanique de nos appareils à sentir, comme la dégradation, la progression, la tension.

Dans cet aperçu constant, nous avons pu faire de la vision une sorte de tact qui touche la forme de la lumière; notre théorie visuelle en fait foi et nos démonstrations en justifient le principe. Nous allons rechercher si, par des moyens suffisants, nous ne pourrions faire de même pour les autres sens, c'est-à-dire rapprocher le sens auditif et le toucher, le sens olfactif et le toucher, le sens gustatif et le toucher, et étendre ainsi le principe précité de formes-lumière à la généralité des formes excitatrices.

Et d'abord ce qui nous permet, *a priori*, de croire que l'on peut généraliser, à tous les sens, cette idée de formes-excitatrices, c'est que l'anatomie comparée de l'œil, de l'oreille, du palais, du nez révèle des différences de structure occasionnées seulement par la nature et le tempérament mécanique des excitants qu'ils ont à apprécier.

Pour toucher la forme de la lumière l'œil a ses milieux dioptriques qui protègent la rétine contre toute invasion étrangère. L'éther lumineux y arrive conduit, protégé, épuré en quelque sorte évitant de ce fait les entraînements hétérogènes capables d'émousser la sensibilité, la délicatesse des couches contractiles liées et confondues avec les ramifications terminales du nerf optique. L'extrême flexibilité du champ élastique rétinien permet à la lumière de se mouler directement dans son sein.

Pour toucher les formes sonores l'oreille se garde également des intrusions par le tympan, membrane mince, tendue obliquement, flexible, sur laquelle les chocs moléculaires se moulent et qui les transmet par la chaîne des osselets jusqu'à l'oreille interne, partie essentielle de l'organe faite de trois cavités constituant, dans leur ensemble, le labyrinthe empli d'un liquide gélatineux où viennent plonger les innombrables terminaisons des nerfs acoustiques. La

forme sonore, qui frappe le pavillon, est ainsi introduite, depuis le conduit auditif jusqu'aux *fibres de Corti*, conservée, soignée, isolée dans l'intervalle, afin que la perception demeure exacte, fidèle à l'intensité ou à l'acuité des sons extérieurs.

Pour toucher les formes des molécules solides et gazeuses des corps, les muqueuses du palais et du nez ont des différences morphologiques de structure dérivées de leur attribution même. C'est ainsi que dans l'acte de sentir la qualité des substances volatiles odorantes « ce n'est pas la neurilité ou excitabilité des terminaisons nerveusee sensationnelles qui entre en jeu primitivement, mais bien l'irritabilité des segments contractiles avec lesquels elles se continuent vers l'extérieur[1]. » Cette disposition qui fait ressembler la membrane olfactive à une sorte de rétine, disparaît sensiblement dans l'appareil de gustation; les terminaisons tactiles sont plus superficiellement situées, partant l'excitation est plus directe. Ces différenciations organiques sont très explicables quand on envisage que les muqueuses du nez sont créées pour distinguer, parmi les substances à odeurs, des formes si infiniment petites qu'elles ont le don de la volatilité, tandis que la voûte palatine est instituée pour recevoir le contact de formes solides plus volumineuses.

La peau du corps humain, et surtout celle des mains qui est le siège principal du toucher, montre, avec un certain décroissement de délicatesse, des dispositions morphologiques et des réactions physiologiques en similitude avec celles de la membrane gustative. A l'aide du tact, nous pouvons nous rendre compte de la forme d'un objet que rencontre la périphérie de notre organisme ou que nous saisissons par l'intermédiaire de nos doigts.

On le voit, ainsi compris, nos sens se diversifient, quant aux

1. Raphaël Dubois.

systèmes intermédiaires qui permettent aux fibrilles nerveuses de sentir les formes de la lumière, du son, des molécules solides et gazeuses, etc., etc.; mais en regard de telles variantes, on peut affirmer qu'un fait domine ces ingéniosités naturelles, ces modalités protoplasmiques, ce transformisme névrilématique, c'est la constatation d'un plan initial très simple, conçu et disposé pour une unique destination. L'unité de plan cache ici l'unité de tendance.

*
* *

Nous ne passerons pas sous silence une intéressante remarque à faire ici concernant l'existence d'une filiation que nous allons préciser. En effet, la main peut dévoiler la forme des corps jusqu'à une certaine limite de grosseur. Son pouvoir d'appréciation se termine, on dirait, au moment où celui du palais commence, avec cette complication que la mastication et le liquide sécrété par les glandes salivaires aident à la division et à la désagrégation des ingrédients alimentaires introduits dans la bouche, en sorte que, ces substances se présentant sur les parois des muqueuses dans un état moléculaire, la simple pression de la langue, de bas en haut, suffit pour opérer le contact et faire naître la sensation gustative. C'est d'ailleurs l'habitude des dégustateurs de profession de faire claquer leur langue, c'est-à-dire de projeter les molécules alimentaires sur la membrane sensible du palais. Cette pratique amplifie la sensation de saveur et plaide fortement en faveur de l'interprétation que nous donnons au sens du goût. Mais n'est-il pas juste de voir encore dans les muqueuses du nez un appareil de sensibilité qui continue à apprécier les formes moléculaires au moment où le sens gustatif perd toutes ses facultés, quant à discerner les formes

plus subtiles des principes volatils? Le toucher, le goût et l'odorat ne peuvent-ils pas ainsi être reliés par une chaîne non interrompue où la délicatesse organique suit une progression croissante et le volume des corps, dont la forme est à éprouver, une progression décroissante?

Ce qui donne un certain crédit à la filiation que nous venons d'exposer et que nous voudrions établir, c'est précisément les constatations que nous sommes à même de faire sur les excitants intéressant la matière nerveuses douée, parmi ces trois sens, des propriétés les plus étonnantes, les muqueuses nasales.

On sait qu'il suffit parfois d'une dose infinitésimale de certain parfum pour que, répandu dans l'air, il y ait perception d'une odeur. Disons que des travaux récents, concernant l'origine et le mode de formation du parfum des fleurs, ont fait reconnaître que ces produits prennent naissance au sein de la chlorophylle, — le pigment vert des plantes, — par suite d'un travail chimique successif; les glucosides se changent en huiles essentielles qui, s'oxydant énergiquement au moment de l'éclosion, constituent le parfum libre. Les exitants olfactifs les plus agréables sont donc, en réalité, de simples composés moléculaires et comme quoi susceptibles d'être mis en formules stéréochimiques. Or, le principe de ces formules est de faire figurer les molécules, dans l'espace, avec leurs trois dimensions en s'appuyant sur cette vérité que les divergences de propriétés qu'on remarque entre deux corps de constitution identique, sont, le plus souvent, d'ordre cristallographique. Les huiles essentielles qui s'oxydent sont conséquemment des corps cristallisés, c'est-à-dire, quant à leur enveloppe extérieure, des polyèdres limités dans leurs formes et dans leur nombre par deux conditions particulières dont on a fait deux lois empiriques [1].

1. Ces deux lois, découvertes vers la fin du siècle dernier, l'une par Romé de

On conçoit maintenant que ces parfums ne sont ni plus ni moins que des formes matérielles aspirées violemment par le nez avec une certaine quantité d'air respirable, lesquelles formes frappent les parois sensibles de la membrane interne de cet organe et lui procurent une sensation perçue comme odeur. Nous revenons encore cette fois aux origines mécaniques de la sensation. C'est l'excitant mouvement entendu comme substance, non comme phénomène pur; c'est-à-dire que la vitesse et la forme des corps heurtent le tact de nos sens.

*
* *

Examinons enfin si le phénomène qui donne naissance au son est un irritant de l'oreille capable de nous révéler qu'il est égale- une forme touchée par le nerf acoustique.

Le son est produit par toute action mécanique qui oblige ensuite un corps élastique à osciller autour de sa position d'équilibre jusqu'au repos. Pour qu'il y ait transmission de ces oscillations, jusqu'à l'oreille, il faut que le milieu ambiant soit constitué d'atomes et non pas vide de ces dernières petites particules de la matière. Il faut encore que le va et vient des corps choqués se répète un nombre déterminé de fois.

A la température de 16°, le son acquiert une vitesse dans l'air de 340 mètres par seconde. Le petit instrument qu'on nomme diapa-

l'Isle, l'autre par Haüy sont encore de nos jours, comme le dit M. Wyrouboff, la base et en même temps la raison d'être de la cristallographie géométrique. Les voici toutes les deux énoncées :

1° Quelque variable que soit le développement relatif des faces et des arêtes, les angles dièdres restent constants dans une substance donnée.

2° Si l'on prend des arêtes d'intersection de trois faces formant un angle solide pour axes coordonnés, et si une quatrième face intercepte sur ces axes des longueurs *a, b, c,* toutes les autres faces du cristal intercepteront sur ces mêmes axes des longueurs *ma, pb, nc,* les valeurs *m, p, n* étant des nombres entiers ou fractionnaires, mais toujours rationnels et généralement très simples.

son et qui consiste en une verge d'acier recourbée sur elle-même en forme de pincettes, exécute 870 va-et-vient ou vibrations simples par seconde; c'est ce qu'on appelle le *la* normal.

On constate que les sons graves proviennent d'un nombre de vibrations moindres que celui des sons aigus. Ces sons qui se trouvent aux extrémités de la perception auditive forment ainsi une échelle où les vibrations sont progressivement plus fréquentes en partant des notes graves. Despretz, à l'aide d'une série de diapasons, accordés à l'octave les uns des autres, a trouvé 16 vibrations doubles par seconde pour limite des sons graves et 36850 pour limite des sons aigus.

Comme les vibrations d'un métal ou d'une corde quelconque sont transmises à l'organe acoustique par l'intermédiaire de l'air, qui est un milieu élastique moléculaire à peu près invariable dans sa composition, on pourrait croire, *a priori*, que les nerfs de Corti ne peuvent enregistrer que des formes moléculaires ne présentant entre elles aucune dissemblance et n'ayant pour les distinguer que leur fréquence, c'est-à-dire la vitesse avec laquelle elles viennent frapper la membrane du tympan et donner lieu à une pression agissant sur la flexibilité de cette cloison tendue à l'extrême lorsqu'elle reçoit 36850 vibrations par seconde, et à peine excitée quand elle est mise en jeu par les 16 oscillations doubles d'un corps donnant la note musicale la plus grave. Cette conclusion serait très défavorable au système tactile que nous supputons aux sens en général, car les nerfs acoustiques deviendraient, en bloc, un instrument de pesage; ils sentiraient le poids changeant d'une forme invariable, tandis que nous devons trouver pour l'ouïe comme pour la vision que le poids sonore changeant est susceptible de varier aussi de forme.

Mais examinons ce qui se passe dans la flexibilité du tympan quand un son est entendu. Ébranlons la matière d'un diapason, d'un tuyau sonore ou d'une corde à violon et observons par la mé-

thode graphique — sur un papier qui se déploie d'un mouvement uniforme — la trace sinueuse résultante.

« En étudiant de près cette courbe, on découvre plusieurs faits importants :

« 1° L'amplitude des sinuosités de la courbe, ce qui correspond à la grandeur du mouvement de déplacement, de va-et-vient du corps sonore, augmente avec la force du son ;

« 2° Les sinuosités sont régulièrement espacées, ce qui veut dire que les oscillations sonores sont isochrones; chacune d'elles dure le même temps pour un son donné;

« 3° Les sinuosités sont d'autant plus rapprochées les unes des autres, c'est-à-dire que les vibrations sont d'autant plus fréquentes, ou plus rapides, ou plus nombreuses en un temps donné, que le son est plus élevé;

« 4° Les sinuosités ont des formes différentes pour un même son, suivant l'instrument qui le produit, mais on peut reproduire toutes les formes en superposant 1, 2, 3, 4... vibrations de forme simple, élémentaire (forme dite *sinusoïde* ou encore *pendulaire*, celle qui correspond aux vibrations du diapason), qui seraient 1, 2, 3, 4... fois plus fréquentes que la vibration considérée. La forme de la vibration correspond au degré de complexité du son, à son degré de richesse en sons harmoniques, à ce qu'on nomme le timbre[1]. »

Appliquons-nous donc maintenant à rechercher comment les sinuosités, qui ont des formes différentes pour un même son et qui doivent cette particularité aux harmoniques, peuvent se présenter une ~~telle~~ unité, + auditive elles qui sont constituées de mouvements de déplacement de grandeur multiples faisant infléchir le tympan à des degrés en rapport avec le nombre des oscillations.

De prime abord cela semble inconcevable, en ce sens que l'homo-

1. Augustin Charpentier. *La lumière et les couleurs.*

généité sonore allant de pair avec l'homogénéité de la forme sinueuse nous assistons de fait à une expérience restée inexpliquée jusqu'à ce jour, à savoir qu'un assemblage de plusieurs sons, provoquant sur le tympan des inflexions de différentes hauteurs, *s'opère en un même point de cette membrane.* On voit bien immédiatement le son le plus aigu de l'assemblage s'imprimer le premier dans la cloison flexible de l'oreille, mais que dire des autres sons aux mouvements vibratoires plus lents, comment concevoir leur action, si l'on considère qu'ils doivent également se loger, quelle que soit leur performance, leur capacité pondérale, en un même endroit de l'aire du tympan. Voilà ce que l'on oublie généralement d'expliquer malgré l'importance qui s'attache à ce problème pour l'étude du mécanisme des sensations : par quel moyen peut se constituer *une* la forme sonore des harmoniques ?

Pour répondre à cette question, nous commencerons par énoncer ce théorème général de mécanique :

Dans tout mouvement, la force est égale, à chaque instant, au produit de la masse du mobile par son accélération,

Si nous appliquons ensuite ces notions fondamentales de dynamique au mouvement de la forme sonore, nous pouvons observer :

1° Que les molécules de l'air qui se choquent successivement, étant toutes des masses identiques, la force de chacune résidera dans son accélération ; (Amplitude des ondes sonores)

2° Que ces masses sonores identiques ayant des accélérations vibratoires variables, quand elles sont réunies en faisceau pour se propager, obéissent aux lois mécaniques du mouvement circulaire uniforme et à la force dite centripète qui le produit.

En somme, ce sont exactement ces mêmes lois dynamiques qui nous ont servi à établir le principe de constitution de la forme-lumière. Ce principe qui règle la marche, dans l'espace, des activités hétérogènes des faisceaux fluides peut être exprimé en ces termes :

Dans les associations de masses accélérées, de vitesses inégales, ce sont les plus fortes pressions qui prennent le centre du faisceau fluide et les autres pressions, de valeurs pondérales diverses, se rangent successivement par ordre d'activités décroissantes jusqu'à la périphérie.

Or, cette base de constitution des formes fluides appliquée aux formes sonores nous en constatons la présence, soit dans les sinuosités des tracés graphiques, soit dans les empreintes microscopiques des phonographes, sinuosités et empreintes qui pouvaient être attribuées antérieurement au système d'enregistrement de ces appareils, à leur disposition permettant de dessiner *des formes de mouvement plutôt que des formes en mouvement*. Il suit de là que ces instruments sont des traducteurs directs des vibrations aérifères auditives, c'est-à-dire qu'ils nous font assister à la représentation textuelle des mouvements substantiels du son. Nous disons substantiels parce que ces sortes de mouvements sont attachés, comme nous l'avons démontré pour la lumière, à des formes à figurations différenciées par la composition hétérogène des éléments actifs qui entrent dans la combinaison dynamique du faisceau sonore.[1]

Donc, l'oreille touche le son comme la main les objets. Voilà qui assimile la sensation auditive à la sensation tactile.

Notre raison, débarrassée des faits subjectifs impénétrables supputés aux processus auditifs et visuels par les physiologistes qui croient, avec certains physiciens, au mouvement sans corps, aux ondes d'Huygens-Fresnel, à la théorie électro-chimique de la vision, nous prenons comme point de départ ce fait objectif qui relie les sens en général, les ramène à une seule grande fonction : le toucher des formes-lumière, son, odeur, saveur, plastique.

Tactiles, gustatives, olfactives, auditives ou visuelles, les sensations sont produites *par le contact des formes en mouvement des*

[1] Avec cette différence que pour le son la composition hétérogène des éléments actifs est faite de l'amplitude des ondes sonores, car on sait que les sons forts ou faibles, aigus ou graves et quel que soit leur timbre se propagent avec la même vitesse

excitants extérieurs avec les extrémités périphériques du système nerveux. En sorte que les extrémités nerveuses sensorielles simultanément touchent et sentent :

TOUCHENT les extériorités excitatrices des sens MORPHOLOGIQUEMENT
SENTENT les extériorités excitatrices des sens PONDÉRABLEMENT (1).
} Sensation.

On remarquera cette division du contact en deux catégories d'appréciations séparées par des différences essentielles, profondes et cependant inséparablement unies dans cette résultante : la sensation.

(1) Morphologiquement et pondérablement sont pris ici comme relativement à la forme et au poids de l'excitant.

CHAPITRE XII

LOI DE LA SENSATION PARFAITE ET IMPARFAITE

En vérité, le génie de Darwin avait pressenti l'affiliation des phénomènes de la sensibilité à un seul principe fonctionnel réduit à sa plus simple expression dans cet aphorisme :

Le toucher des excitants extérieurs.

« Comment un nerf peut-il devenir sensible à la lumière, écrit Darwin dans son ouvrage intitulé : *De l'origine des espèces*, plusieurs faits me disposent à croire que les nerfs sensibles au contact, peuvent devenir sensibles à la lumière, et de même à ces vibrations moins subtiles qui produisent le son. » On le voit, c'est instituer le transformisme de la masse périphérique de matière protoplasmique sensible, laquelle évolue en vertu de lois spéciales vers des dispositions organiques qui lui sont imposées par les modalités des extériorités qui détiennent la capacité d'irriter les appareils sensoriels.

Mais considérons cette fonction tactile, qui s'étend à tous les

sens, sous l'aspect des deux actes qui la constituent : toucher la forme de l'excitant et sentir le poids de l'excitant. Ces deux actes ont lieu simultanément, avons-nous dit, et déterminent la sensation, c'est donc qu'il existe un rapport entre la forme et le poids de l'excitant ou que les deux facteurs de la sensation ont des dépendances communes avec la cause fondamentale de la neurilité.

A force de creuser, nous finirons sans doute par trouver le sol. Étudions la forme et le poids de l'excitant en établissant nos raisonnements sur un terrain où soient généralisées les propriétés inhérentes aux organes sensoriels. Imaginons une membrane absolument simplifiée faite d'une couche contractile de texture homogène. Si nous présentons successivement à la flexibilité de cette membrane plusieurs masses de matière de formes différentes et que nous fassions des efforts variés pour les faire pénétrer plus ou moins avant dans le milieu en question, nous constatons :

1° Que le degré de tension qui convient le mieux à un pareil système flexible est atteint par le poid excitateur suffisant pour donner au jeu de l'élément contractile un exercice moyen;

2° Que la forme qui est la plus agréable à la texture de notre système flexible est celle qui, par sa constitution, est la plus éloignée de la possibilité de détériorer.

L'action de sentir et de toucher un excitant est par conséquent un phénomène sensoriel où l'appréciation devient esthétique quand la membrane flexible se meut, se tend dans les meilleures conditions garantissant sa durabilité.

Récapitulons :

A la tension favorable répond la sensation agréable.

A la tension défavorable répond la sensation désagréable.

Étant donné que la modalité morphologique et pondérale de la tension détermine la qualité de l'excitabilité nerveuse, la loi de

la sensation parfaite et imparfaite doit se formuler comme suit :

Pour une excitation de grandeur perceptible, au minimum, la sensation originaire d'une tension de forme sphéroïdale, localisée dans l'aire contractile moyenne sensorielle, est esthétique; tout autre système morphologique, appliqué à tout autre état de tension éloigne parallèlement la sensation esthétique.

CHAPITRE XIII

COMPARAISON ENTRE LES POIDS ET LES FORMES-LUMIÈRE ET LES POIDS ET LES FORMES-SON

La loi de la sensation parfaite et imparfaite que nous venons d'énoncer peut-elle nous servir à reporter, à diriger la totalité des sens vers une sensation généralement esthétique pour un état commun d'aise supérieur réalisé simultanément par les cinq appareils percepteurs?

Si les membranes nerveuses sensorielles ne supportaient que la tension pondérale, on pourrait établir des échelles de pressions parallèles où l'aire esthétique aurait sa mesure fixe; mais la tension se complique, comme on sait, d'un facteur morphologique qui présente, au point de vue de l'homologie quintuple à atteindre, certaines difficultés, précisément pour les sens où il est impossible de baser l'icone de l'excitant d'après les lois mécaniques qui régissent la marche des activités hétérogènes des faisceaux fluides dans l'espace.

Ainsi comment trouver la forme des odeurs, des saveurs, quand on songe à l'infinie petitesse d'une molécule de certains parfums que nul microscope n'est assez puissant pour apercevoir. Il n'y a vraiment que la chimie qui pourrait, peut-être, nous indiquer quelles sont les différences morphologiques moléculaires qui existent entre un ingrédient qui sent bon et un autre qui sent mauvais. Et nous ne doutons pas que cette science distinguerait l'acidité de la douceur par le passage de la forme pointue, piquante, angulaire à la forme ovoïde, globale ou bien polyédrique à facettes et à arêtes nombreuses.

Pour les saveurs peut-être trouverait-on de précieuses indications à l'étude des ferments et bactéries. On observerait, par exemple, que le goût aigre du vin provient de la transformation du *micoderma vini* en *micoderma aceti*, que le micoderma vini est un corpuscule d'espèce arrondie (micrococcus, mégacoccus, macrococcus), tandis que le micoderma aceti ou bacterium aceti se développe et passe à l'état de leptothrix, c'est-à-dire de filament long et légèrement lancéolé aux extrémités.

Mais le polymorphisme des odeurs et des saveurs est encore une pâle ébauche. Le dessin final aura-t-il jamais son heure d'épanouissement? Nous l'ignorons. En attendant nous n'entrevoyons, aujourd'hui, pour décider des sensations olfactives et gustatives qui sont esthétiques de celles qui ne le sont pas, que la méthode moins problématique de l'appréciation pratique qui donnerait, en tâtonnant, des indications de sentiment sur la valeur agréable ou désagréable de la plupart des composés sapides alimentaires ou de certaines substances odoriférantes. Et encore le résultat pourrait-il être entaché d'erreurs provenant de considérations psychiques propres à influencer certainement la fonction physiologique des muqueuses. Qui n'a jamais entendu dire : « J'aime cette odeur parce qu'elle me rappelle ceci ou cela? »

Pour le moment, nous devons donc renoncer à orienter les sens vers des sensations cinq fois esthétiques et qui, produites simultanément, se confondraient, pour ainsi dire, dans une seule perception supérieure d'aise. Nous venons d'indiquer quelles étaient les difficultés qui hérissaient le problème, quant à le résoudre au complet. Reste à expliquer comment nous entendons le résoudre partiellement.

Quand nous déclarons que nous pouvons diriger l'excitation de façon à procurer à l'œil et à l'oreille, par un état de tension morphologique et pondéral identique, des sensations esthétiques strictement équivalentes, nous faisons reposer ce propos sur une suite de raisonnements que nous allons mettre en évidence.

La lumière et le son possèdent physiquement beaucoup de propriétés qu'il serait facile d'analoguer.

D'abord il en est que les mathématiques classent ensemble sans certitude ; ce sont les modes de propagation, dans l'espace, de ces deux excitants. Ici nous voulons faire allusion aux ondes de la lumière et du son, que les physiciens modernes avouent similaires.

On sait que nous croyons aux ondes sonores, mais pas aux ondes lumineuses. Néanmoins, quoique nous soyons assurés que le mouvement de la lumière est essentiellement émissif, c'est-à-dire continu, que le mouvement du son est absolument ondulatoire, c'est-à-dire discontinu, nous rappelons que les mathématiques sont incapables de dissocier, partant de révéler la nature de deux dynamismes dont l'un est infiniment coupé de fréquences et l'autre non interrompu[1]. C'est d'ailleurs ce qui a fait commettre à la science officielle de ce siècle la lourde faute scientifique de croire aux ondes d'Huygens-Fresnel.

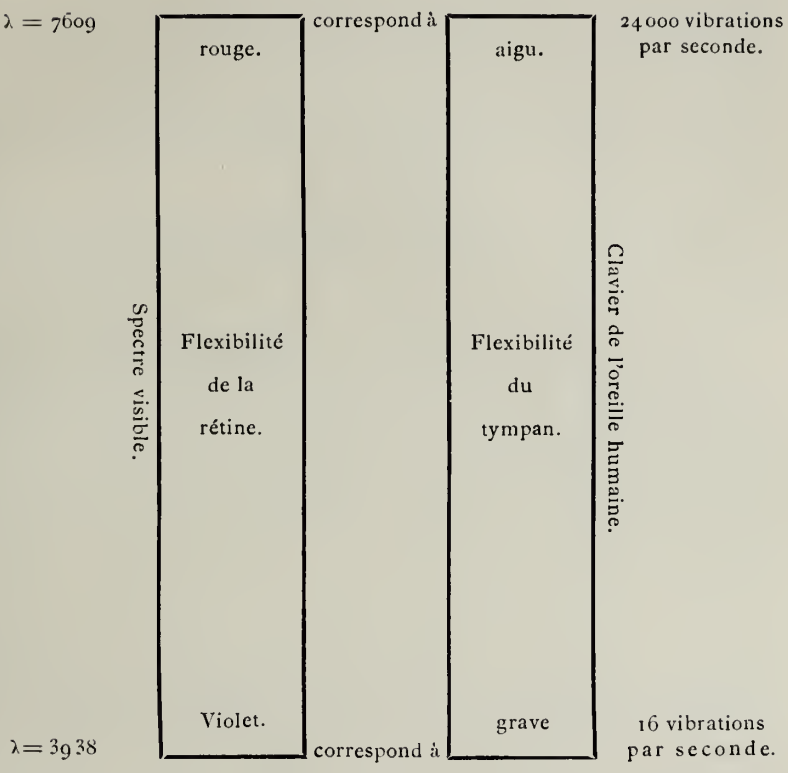
1. Lire la dissertation se rapportant à cet objet, 3e partie, chapitre Ier.

Mais il n'y a pas que les mathématiques qui ne peuvent diviser ces deux mouvements, cependant si différents; la rétine et le tympan sont de même. En effet, la rapidité des vibrations acoustiques est telle, la discontinuité si courte de durée que la membrane contractile de l'oreille n'a pas le temps de revenir à sa position d'équilibre ou seulement de se dilater, un tant soit peu, dans l'intervalle inactif de la fréquence silencieuse. Toute période sonore comme toute période d'émission lumineuse, d'un millième de seconde ou de plusieurs minutes, agit donc sur la flexibilité de la rétine et du tympan en écartant toute possibilité de tension et de dilatation successive.

Voilà un premier point d'identité acquis relativement aux aptitudes des organes intermédiaires visuels et auditifs. Continuons à relever le rideau qui cache encore d'autres similitudes.

La rétine peut recevoir des activités radiales dont le maximum est situé, comme disent nos physiciens, à la longueur d'onde 7609 et le minimum à la longueur d'onde 3938. C'est toute l'étendue de la flexibilité rétinienne laquelle est en concordance avec le champ spectral visible.

Le tympan est capable de recevoir la pression d'un mouvement oscillatoire ou discontinu atteignant au maximum 24000 vibrations doubles par seconde et au minimum 16 doubles vibrations. C'est, *grosso modo* toute la flexibilité d'une telle membrane mince et délicate, tendue obliquement sur l'axe du conduit auditif. Cette flexibilité est cause de la limitation pour l'ouïe des sons perceptibles. Mettons ces qualités de la rétine et du tympan en correspondance sous forme de schème.



Les aires de flexibilité de la rétine et du tympan obéissent, en réalité, à des tensions pondérales, provoquées par la lumière et le son, dont les degrés entre les extrêmes peuvent être mis constamment en opposition. Seulement, d'un côté, la sensation est visuelle, et, de l'autre, auditive; une certaine couleur du spectre correspond à une certaine hauteur de son.

Ces homologies visent le contact du poids de la lumière et du son avec les membranes sensibles de l'œil et de l'oreille.

Essayons de créer un semblable rapport entre les formes-lumière et les formes-son. Cette recherche intéressera ce que nous appelons le toucher morphologique de ces deux sens.

En principe, nous admettons que, de même qu'une raie active spectrale quelconque possède sa forme-lumière propre, une tonalité franche, sans mélange hétérogène ou consonant, prise en un point du champ total du clavier auditif, a également sa forme-son particulière, quelle que soit sa hauteur.

Mais ces activités sonores simples possèdent-elles, à l'exemple des raies colorées simples du spectre normal, des formes généralement cylindriques?

Cette question est actuellement difficile à trancher. Cependant ce dont on peut être assuré, c'est que les activités sonores simples (sons provenant d'un seul mouvement de va-et-vient isochrone) ont des formes différentes des activités sonores composées (sons dus au mélange de la note fondamentale avec des notes consonantes mais d'intensité moindre), qui produisent sur notre sensibilité cette action spéciale qu'on appelle le timbre. Nous ne doutons pas non plus que la sensation qui résulte de la production simultanée de deux ou plusieurs sons séparés par des intervalles musicaux, sensation tantôt agréable (accord consonant), tantôt désagréable (accord dissonant), à l'oreille, a pour origine des dissemblances de formes-son dont les unes conviennent complètement au toucher de la membrane du tympan et les autres lui vont moins bien. C'est ainsi que rien ne s'oppose à considérer:

1° Les accords d'octave $\left(\frac{2}{1}\right)$ de tierce majeure $\left(\frac{5}{4}\right)$ et de quinte $\left(\frac{3}{2}\right)$.

2° Les accords formés par la production simultanée de trois sons (accord parfait), dont les deux derniers sont séparés du premier (son fondamental), par les deux intervalles de tierce majeure et de quinte;

3° Certaines harmoniques faites de la superposition de deux

sons pris un peu bas dans la série (plus on s'élève dans l'échelle musicale et plus l'accord tend à devenir dissonant).

Comme des formes-son partiellement hémisphéroïdes et de mesure du genre des formes-lumière de mesure des complémentaires égale à

Les accords dissonants seraient des formes-son partiellement hémisphéroïdes, mais sans mesure. Et l'on a vu comment nous avons traité cette question des mesures hémisphériques dans le chapitre des complémentaires.

En résumé, l'organe auditif comme l'organe visuel trouverait la perfection de ses sensations dans le contact des nerfs de Corti avec les sons composés, de telle sorte que l'élasticité du tympan ne pourrait les déformer, quant à leur état parfaitement hémisphéroïde.

CHAPITRE SUPPLÉMENTAIRE

Dans les derniers chapitres de cette troisième partie, nous avons fait ressortir le rôle prépondérant du tympan quant à recevoir, sur son champ flexible, les formes sonores douées d'amplitudes variables. Il suit de là qu'un son aigu à l'extrême et un son grave à l'extrême, lorsque ce sont des notes semblables à des hauteurs différentes, doivent être nécessairement constitués de *formes-son identiques* projetées sur le tympan à des tensions variables, puisque les vibrations aérifères sont d'autant plus fréquentes ou plus rapides, en un temps donné, que le son est plus élevé.

Pour l'oreille, comme pour les autres sens, la sensation aiguë peut donc être le fait de la tension extrême de l'excitant-forme sur le champ flexible périphérique musculo-nerveux. C'est ce qui explique pourquoi certains sons restent supportables quoique très élevés, très aigus. L'atténuatif, dans l'espèce, est de nature morphologique; une forme hémisphéroïde étant plus douce au contact qu'une autre forme, la violence de la pression maximum accuse une sensation auditive d'autant moins désagréable que la forme-son est plus approchante de la figure sphérique.

Notre loi de la sensation parfaite et imparfaite (chapitre XII), se trouve donc exactement confirmée pour le sens de l'ouïe.

*
* *

Ces bases théoriques, qui expliquent le mécanisme de la sensation auditive, peuvent servir à la fixation des différents états recherchés par l'oreille recevant un ou plusieurs sons dépendant de l'art musical.

En effet, imaginons un système très simplifié représentant, d'une part, le sens auditif et, d'autre part, l'excitant-son.

Pour le sens auditif une membrane flexible tendue à l'intérieur d'un cercle résistant remplacera l'organe total.

Pour l'excitant-son, nous comblerons le clavier de l'oreille humaine à l'aide d'une succession de notes donnant les sept octaves classiques d'un piano moderne.

Afin d'imiter la nature, nous attribuerons une forme à chacun de ces sons. Comme l'onde, en elle-même, semble être un dérivé de la forme sinueuse ou hémisphéroïde, nous donnerons au son le plus grave une forme calottique dont le volume se poursuivra le même jusqu'au son le plus aigu des sept octaves en question. La seule variante qui distinguera ces formes-son résidera dans la capacité qu'elles auront de pouvoir se projeter sur le tympan avec des vitesses + de vibrations progressivement plus actives. Cette progression peut être déterminée par la considération des fréquences vibratoires extrêmes de ces quarante-neuf notes (nous écartons avec intention les demi-tons afin que nos expériences soient aussi simplifiées que possible), que nous pouvons arrêter à cent vibrations, par seconde, pour le son le plus bas, et à vingt mille vibrations, par seconde, pour le plus élevé.

Si maintenant nous voulons faire agir sur le tympan que nous avons décrit ces formes-son investies des propriétés que nous venons de préciser et qui ont tous les caractères des sons que l'air

transmet au sens de l'ouïe, nous constatons qu'il existe, *musicalement*, deux modes opératoires simples et un troisième qui est le résultat de l'union des deux premiers :

1° Les formes-son peuvent être projetées les unes après les autres sur le tympan, à intervalles égaux, en allant de la note la plus grave à la plus aiguë, puis de celle-ci à celle-là, continuement et toujours ;

2° Une seule de ces formes-son est prise dans la moyenne du clavier et projetée sur le tympan à intervalles de temps inégaux mais marqués par des divisions nettes et méthodiques ;

3° Les formes sonores sont projetées sur le tympan selon le premier mode mais avec le mouvement spécifié dans le second mode.

Dans le premier mode il est facile de suivre les tendances musicales personnifiées par le *plain-chant* qui est une musique *mesurée* mais *non rythmée;* les notes se suivent à intervalles de temps égaux et le chant est combiné pour varier seulement par le seul remplacement d'un son par un autre son pris avec art dans toute l'étendue du registre de l'instrument. On a donné à cette façon d'interpréter la musique le nom de *symphonie*[1].

Dans le second mode, le son qui heurte le tympan reste sensiblement le même, mais les intervalles de temps de la projection obéissent à certaines lois physiologiques *du mouvement* dont la

1. Wagner trouvait la musique de Palestrina très expressive parce que, disait-il, elle est dépourvue de rythme. Cependant certains musiciens ont prétendu que Wagner avait commis, en parlant ainsi, une erreur de fait, parce que l'on pouvait distinguer dans cette musique des phrases musicales occasionnées par des combinaisons ou des groupements de notes se suivant et se répétant, par exemple, comme les périodes ou les strophes qui constituent la poésie des Grecs et des Latins. Mais ceci n'est pas, à proprement parler, le rythme ; c'est une *symétrie de sons,* tandis que le rythme est une *symétrie du mouvement musical.* Des notes qui se suivent à temps égaux ne sont pas rythmées, en ce sens qu'il ne peut y avoir de *groupements symétriques du mouvement musical* dans ces conditions, puisque la continuité, en tout, est une longue régularité monotone qui est *d'essence* la négation même de l'idée de symétrie.

perfection est faite d'éléments que Platon a rapportés dans le *Philèbe* en ces termes : « Tout ce qui introduit la symétrie, la proportion, la mesure et l'accord entre l'un et le plusieurs ou dans une matière indéterminée, produit, dans la nature, la beauté ; dans le corps, la beauté et la santé ; dans la musique, la forme parfaite ; dans l'âme, la justice et les autres vertus, etc. »

L'instrument qui peut être indiqué de préférence pour réaliser le désiderata du second mode musical est la copie textuelle du tympan ; nous avons désigné le tambour ou tambourin. Tout le monde sait que le tambour tire exclusivement son intérêt auditif de la variété de ses battements et de ses roulements. Or, la perfection de la variété *dans le mouvement du tympan flexible* gît dans *le plus grand ordre* de cette variété, car les fonctions physiologiques recherchent avidement l'ordre qui seul assure la durabilité des organes.

Le rythme en musique est donc la projection sur le tympan *à temps irréguliers*[1] *mais ordonnés,* de formes-son se suivant semblables ou dissemblables de fréquences ou de vibrations.

En conséquence, ce n'est pas, comme certains auteurs le pensent, dans les phénomènes de la respiration qu'il faut placer la source du rythme en musique, mais plutôt dans les affinités et les aptitudes spéciales de la membrane intermédiaire flexible de notre appareil auditif.

Le troisième mode musical est complexe ; la *symétrie des sons* s'allie constamment à la *symétrie du mouvement musical* et cela en d'innombrables variantes, c'est-à-dire que la *symphonie* et le *rythme* ont toute indépendance, toute liberté de s'unir selon les règles et les principes de l'art ainsi créé, de l'art de la *mélodie.* Cet art s'étend en variations telles que jamais le génie humain ne par-

1. Le mot irrégulier est pris ici pour le mot discontinu.

viendra à en épuiser le fond, car il a des proportions illimitées; il est infini.

*
* *

Ce traité était presque complètement imprimé lorsque nous avons eu connaissanne d'un livre tout dernièrement paru (fin 96), de M. Jules Combarieu, intitulé: *Théorie du Rythme dans la composition moderne*, et dans lequel était discuté, à la suite, le problème de l'origine des neumes.

On sait que les neumes sont des signes constitués de crochets et de traits bizarres qui accompagnent le texte d'un grand nombre de manuscrits anciens.

« Les signes neumatiques sont de deux sortes : les uns représentent des sons isolés; les autres représentent, par des ligatures, des groupes de sons.»

Tout d'abord, au commencement de ce siècle, ces signes ligaturés éveillèrent dans l'esprit de Fétis, professeur au Conservatoire de Paris en 1821 et célèbre par ses travaux d'archéologie musicale, l'*idée d'un alphabet oriental;* « quand il eut examiné la notation grecque du chant ecclésiastique, cette idée se précisa, et il crut pouvoir rattacher les neumes à l'ancienne écriture égyptienne ».

Un peu plus tard, Nisard, autre érudit, reprend le problème finalement abandonné par Fétis. Sa doctrine est résumée par M. Combarieu, dans les lignes suivantes: «Il croit que les neumes sont bien antérieurs aux barbares, et que saint Grégoire ne les eût pas employés s'ils n'avaient pas constitué une notation populaire, connue depuis longtemps. Leur origine, il croit la trouver dans l'antiquité latine. Il voit en eux un système de tachygraphie qu'on peut rattacher aux *notes abréviatives* auxquelles le nom de l'affranchi Tiron est resté attaché. »

Après Nisard, dont la théorie sur les neumes n'était pas plus explicative que celle de Fétis, vient un autre chercheur qui fut plus heureux, semble-t-il, que les deux érudits que nous venons de citer. En effet, M. de Coussemaker, en donnant pour origines aux neumes *les accents*, aurait satisfait tous les musicologues du monde. Seulement, un point restait encore à élucider : d'où viennent ces accents, comment et pourquoi ont-ils été créés, quelle est enfin la cause de ce choix de la notation musicale par ces signes que l'on appelle des neumes ?

Laissons ici la parole à M. Combarieu :

D'historique qu'il était d'abord, le problème est devenu physiologique. Telle est au moins la signification que j'attache à la théorie de la notation chironomique faite par Dom Mocquereau.

En persévérant dans la même voie, mais en allant un peu plus loin, je voudrais montrer que le problème peut recevoir une solution encore plus simple; il me suffira de signaler un phénomène physiologique plus général, plus nécessaire que le geste, plus inhérent, si je puis dire, au mécanisme de la parole, et auquel on peut rattacher l'origine des accents.

Que l'éminent Directeur de la *Paléographie musicale* me permette d'abord une objection très simple sur cette partie (accessoire) de son œuvre. Dire que l'accent est la représentation graphique et réduite du geste oratoire, c'est, ce me semble, assimiler deux choses de nature très différentes : l'accent tonique qui est purement *grammatical*, le geste qui est *pathétique*. Ce sont là des phénomènes distincts. On n'ira pas, j'imagine, jusqu'à soutenir que l'orateur élevait la main, avec émotion, à chaque mot, toutes les fois qu'il prononçait une syllabe accentuée. Dira-t-on qu'on a procédé par voie d'emprunt et de généralisation, en appliquant aux faits purement grammaticaux les signes d'abord réservés à la notation des mouvements pathétiques? à cela je répondrai que, pour expliquer le sens de l'accent, il n'est nullement nécessaire d'avoir recours à l'idée du geste.

La notation neumatique est la plus simple, la plus naturelle et la plus logique qui se puisse concevoir. Elle avait ceci de très intelligent qu'elle supposait (contrairement à ce qui se passe trop souvent aujourd'hui dans l'enseignement musical) l'éducation de l'oreille avant celle de l'œil; en outre, son caractère fondamental est d'être étrangère, au moins sous sa forme primitive. à toute convention.

En vertu de témoignages précis (tels que le tableau de neumes-accents trouvé au Mont-Cassin en 1849), on s'accorde à reconnaître que les neumes

lémentaires — d'où sont sortis tous les autres signes et la plupart des systèmes de notation moderne — doivent être identifiés avec l'accent aigu, l'accent grave et l'accent circonflexe; le premier marque une élévation de la voix, le deuxième un abaissement, le troisième une combinaison des deux précédents. Mais quel rapport y a-t-il entre les accents et les différents sons? Ce qui a égaré les archéologues dans l'examen du problème ainsi posé, c'est qu'ils ont cru qu'entre le son musical et l'idée de hauteur ou d'abaissement, il n'y a aucun lien *naturel;* comme les théoriciens du moyen âge sur lesquels pesaient d'un si grand poids les souvenirs de Pythagore, ils semblent s'être dit que la différence de deux sons ne peut être représentée qu'à l'aide de deux nombres; sous l'influence probable de cette idée, ils ont cherché un intermédiaire entre le son vocal et l'accent : le geste, la *Chironomie*; et, cet intermédiaire une fois imaginé, ils se sont donné un grand mal, comme M. Fleischer, pour le justifier à l'aide de témoignages historiques.

Peine inutile! affirmons-nous. L'expérience commune et le pur instinct fournissent ici le vrai point de vue auquel il faut se placer. N'oublions pas qu'il s'agit d'une musique vocale. Que se passe-t-il lorsqu'après avoir émis un son grave, on émet un son aigu? Le chanteur a l'impression d'une *montée* parce que le premier son appartient au registre de poitrine, le second au registre palatal ou au registre de la voix de tête, et que la poitrine est placée plus bas que la tête. Que se passe-t-il dans le cas inverse? le chanteur a l'impression d'une *descente*, pour la même raison. En un mot la situation des organes qui servent à l'émission de la voix explique, le plus naturellement du monde, comment on a pu qualifier certains sons de *bas*, de *moyens*, *d'élevés*.

Cette explication étant d'ordre physiologique, c'est-à-dire universel, doit pouvoir servir, si elle est exacte, pour tous les cas; c'est-à-dire que, dans leurs premiers éléments, les systèmes de notation de tous les pays doivent être les mêmes. Or c'est précisément ce qui arrive.

Il est évident que M. Combarieu en mettant l'origine des neumes à l'actif d'un phénomène de physiologie vocale a fait considérablement avancer le problème. Peut-être même ce distingué philologue l'a-t-il résolu définitivement. Cependant, sans sortir du terrain scientifique sur lequel M. Combarieu a semé ses arguments, il est permis de se demander si le phénomène physiologique qu'il a visé est bien celui qui secrètement a guidé d'instinct les anciens musiciens qui ont appliqué les neumes à des textes divers?

L'accent aigu et l'accent grave, employés dans les neumes, sont

certainement les représentations visuelles des sensations que nous procurent un son aigu et un son grave. Mais pourquoi expliquer ces rapports, ces connexions par l'*impression d'une montée* et l'*impression d'une descente*, quand la membrane élastique du tympan donne d'elle-même le dessin nettement formé d'un accent aigu, dans le cas où l'oreille reçoit les quinze à vingt mille vibrations par seconde d'un son aigu, et le tracé large et ouvert de l'accent grave lorsque cette même oreille est excitée par les vibrations lentes et paresseuses d'un son grave ? Le principe mécanique qui tient sous sa dépendance ce phénomène de compression du tympan n'a pas besoin d'ailleurs d'être longuement commenté ; il suffit d'accepter qu'une vibration est d'autant plus susceptible d'un grand effort compressif qu'elle est plus répétée ou plus rapide.

Mais il y a mieux, la présence de la pression sur le tympan ne peut être admise sans que la déformation de cette membrane, qui en est le résultat, soit liée directement à l'action même du mobile en mouvement, c'est-à-dire de l'excitant-son ou de la forme-son. Et de fait, les neumes, en tant qu'accents, donnent aussi bien la sensation d'une forme piquante dans le son aigu et la sensation d'une forme émoussée dans le son grave que l'impression d'une montée et d'une descente de la voix.

En résumé, tout en reconnaissant aux vues de M. J. Combarieu sur les neumes une importance capitale en ce sens que leur tendance a pour but d'établir la conformité d'une image graphique avec l'acte vocal que cette image a mission de représenter, nous pensons qu'il est nécessaire, en physiologie comme en toute autre science, de rechercher les véritables origines, les origines premières. *Les sources ! encore les sources ! toujours les sources !* Cette citation, qui émane d'un maître de l'École des Chartes, M. J. Combarieu ne l'a-t-il pas rappelée lui-même dans son très remarquable ouvrage?

QUATRIÈME PARTIE

DE L'ESTHÉTIQUE DE L'IDÉE

CHAPITRE PREMIER

LA PENSÉE ET L'IDÉE

Nous avons dit antérieurement, au chapitre V de la première partie, que les phénomènes extérieurs (lumière, son, etc.), qui frappent nos sens y produisent une sensation suivie d'une perception. Lorsque cette perception est seulement physiologique, elle produit un sentiment d'aise ou de malaise, mais n'évoque pas, à proprement parler, une pensée; il y a simple appréciation de la qualité de la sensation. La pensée ne suit la perception qu'autant que celle-ci se transforme de perception physiologique qu'elle était en perception psychologique, c'est-à-dire quand, oubliant la qualité de la sensation, le cerveau ne veut rechercher que le contenu favorable ou défavorable de l'acte dont il est spectateur par l'intermédiaire des sens. La tête alors imagine ou combine les moyens de défense nécessaires à la préservation du corps : elle pense.

Examinons comment l'organe cérébral fonctionne pour imaginer ou pour combiner?

Après avoir perçu ce qui se passe dans son entourage par les yeux, les oreilles, le tact ou l'odorat, le cerveau averti, distingue *ipso facto* le bien ou le mal de l'événement présent par la faculté qu'il a de reconnaître ce qui peut être nuisible et ce qui peut être utile à l'entretien et à la perpétuation de la vie. Si le bien domine, il imagine et combine une suite d'actes tendant à assurer la durée de ce bien. Si le mal domine, il imagine et combine une suite d'opérations qui ont pour mobile d'éviter ou de détourner ce mal. Dans l'un et l'autre cas, pour imaginer et combiner, les lobes cérébraux font appel, en premier, au souvenir des impressions passées, au savoir acquis par l'expérience, c'est-à-dire par la connaissance de l'évolution et de la terminaison ordinaire des multiples incidents qui naissent et croissent dans les milieux ambiants où l'homme se meut. Ces incidents sont tantôt favorables et tantôt défavorables à l'individu et, selon leur apparence, le cerveau cherche à discerner sans retard, par la comparaison des divers moyens d'agir que lui donne l'expérience, l'allure défensive qu'il doit opposer à la situation éventuelle; c'est le moment de la réflexion, laquelle est la propriété cérébrale qui mène, après un travail d'hésitation, d'équilibre, au jugement auquel succède un mouvement ou une attitude en rapport avec le projet à exécuter. La réflexion a donc pour conséquence médiate la représentation dans notre esprit d'un cycle d'opérations à poursuivre en vue d'un résultat final désiré. Or, la représentation qui se fait de quelque chose dans l'esprit, soit que cette chose existe en dehors, ou qu'elle soit purement intellectuelle, c'est ce que les philosophes linguistes comme Littré appellent l'idée.

La pensée, d'après ces explications, peut être prise, en quelque sorte, pour le travail préparatoire du cerveau qui fait éclore l'idée. Quant à l'idée c'est une conception (plan conçu) dont nous nous représentons exactement les phases consécutives; un travail défini.

*
* *

Les travaux scientifiques les plus récents n'ont pas fait varier cette définition de la pensée et de l'idée.

Ainsi, pour partir d'un point de départ physiologique, certains auteurs envisagent que la sensation et l'image (perception) sont de nature identique et ont probablement le même siège anatomique. Les images élémentaires (perception) sont des phénomènes de conscience qui donnent lieu à des émotions ou tendances constituant les réactions fondamentales de l'individu sur son milieu et correspondant aux actions principales de son milieu sur lui. L'émotion qui fait suite à la sensation et à la perception, précède la série définie des mouvements musculaires par lesquels la tendance entre en contact avec le monde extérieur et s'y adapte pour se satisfaire.

« Quoi qu'il en soit, il reste acquis que, considérée dans son ensemble et réduite aux lois du réflexe, la vie consciente apparaît après l'excitation et avant le mouvement[1]. »

En résumé, « tant que la tendance n'a pas été canalisée en série définie de mouvements musculaires, tant qu'elle n'a pas trouvé sa voie, tant qu'elle ne s'est pas adaptée », cet état diffus, vague, indécis, qui correspondant à un phénomène de conscience (émotion) également diffus, vague, indécis, se peut prendre pour la pensée qui, au fur et à mesure qu'elle se précise en coordonnant des mouvements musculaires bien définis à exécuter se termine dans ces conditions par une résultante de nature potentielle laquelle, à proprement parler, est l'idée.

Cette interprétation des phénomènes de la psychologie con-

1. André Godfernaux.

sciente ne se sépare pas, comme on le voit, des explications que nous avons données antérieurement concernant la pensée et l'idée.

*
* *

On a dit aussi que l'idée était l'élément et la pensée la combinaison de ces éléments, parce que l'idée est la représentation d'un objet dans l'esprit, et la pensée la considération de cet objet dans l'esprit. Ceci tendrait à établir le droit de priorité de l'idée sur la pensée si des objections irrécusables ne venaient ébranler ce raisonnement jusque dans ses fondements.

En effet : 1° l'objet, qui tient lieu de l'idée, a été créé primitivement par la pensée; 2° la pensée, après avoir conçu l'élément (l'idée), devient ensuite le facteur combinant de ces éléments, autrement dit, la pensée, qui est créatrice de l'idée, quand elle a fait cet ouvrage, imagine à nouveau les moyens de combiner entre eux les éléments (idées) dont elle est la génératrice. Conséquemment, il existe une pensée primitive, ayant conçu une idée initiale d'où découlent toutes les pensées et toutes les idées de l'esprit. *Quod erat demonstrandum.*

Et maintenant si, nous rapportant à ce qui précède, nous voulons connaître en quoi réside la perfection de l'idée, nous devons nous attacher nécessairement à rechercher ce qui constitue la perfection de la pensée laquelle ne peut avoir engendré qu'un objet ou qu'un élément (idée) à sa ressemblance. Il s'ensuit que l'esthétique de l'idée, qui est synonyme de perfection de l'idée, est, d'après ce que nous venons d'exposer, l'image de la perfection de la pensée.

Cause et but de la pensée.

Jusqu'à présent nous avons considéré la pensée comme une opération du cerveau qui consiste à résumer la valeur favorable ou

défavorable des incidents qui avoisinent le corps humain pour imaginer ensuite des moyens de jouir du bien et de s'affranchir du mal. C'est là, évidemment, la cause de la fonction de penser, mais quel en est le but?

Opérer, pour jouir du bien et s'affranchir du mal, c'est avoir la volonté de vivre avec toute l'application de l'assiduité dans le désir, par toutes les ressources de l'intelligence, et cela en vue d'assurer non seulement le présent mais encore l'avenir. Or, pour assurer l'avenir il faut, après avoir lutté contre les forces naturelles destructives, tendre à les maîtriser, les dominer dans l'intention d'éloigner la mort, nous voulons dire d'en reculer le terme. La fonction de penser a donc pour but la prolongation de la vie.

Mais la pensée qui commence son action dans un rayon restreint de l'ambiance de l'homme a virtuellement le pouvoir d'élargir le cercle de son influence bienfaisante. On sait que ce n'est que peu à peu qu'un tel résultat a été obtenu. Primitivement la pensée humaine ne s'écartait guère des besoins personnels et de ceux de la famille de l'individu. Bientôt elle envahit les groupes de familles en prenant sous sa garde les intérêts de tous. Ces familles réunies formèrent des peuples. Quelques-unes d'entre eux, favorisées par des circonstances où l'intelligence prévoyante avait joué le plus grand rôle, se trouvèrent tellement à l'abri du besoin que la pensée, n'ayant plus à lutter contre la nécessité, contre l'indispensable, s'essaya dans des perfectionnements de tous genres ayant toujours pour principe la conservation de l'unité individuelle, son amélioration, son mieux-être. Alors l'homme, par la pensée, voulut prolonger ses jours et ses joies. Pour la prolongation de ses jours il chercha, découvrit et édicta des règles de vie faites d'hygiène et de morale combinées. Pour la prolongation de ses joies, il eut recours aux procédés qui imitent le naturel, pour immobiliser le bien et le beau, de son choix, dans des matériaux durables. La fonction de

penser a donc pour but la prolongation de la vie et la perpétuation des sensations et des impressions humaines. C'est ainsi que la philosophie, la science et l'art eurent constamment à leur service des penseurs honorant l'humanité.

Ces penseurs s'aidèrent de toutes les façons pour augmenter leur savoir; car savoir c'est s'identifier avec la raison du mal, de ce mal qui écourte l'existence ou l'annihile. Or, pénétrer dans les choses terrestres, pénétrer dans l'univers afin de s'initier à toutes les causes est la première condition pour s'approcher infiniment de la vérité, c'est-à-dire de l'entité qui seule a le don d'indiquer sûrement la voie du bien. Aussi, l'homme s'ingénie-t-il à poser des problèmes et à les résoudre; après avoir analysé ses passions, il veut connaître d'où il est sorti et où il va, ce qu'il est dans la nature, dans le monde qu'il interroge à son tour pour lui arracher le secret de son immensité. Si la science, qu'il a forgée de ses mains, ne répond pas infailliblement à ses questions, qu'importe! Il invente des systèmes, sa pensée supplée à tout, car il ne peut se résoudre à ignorer dans la crainte grande que l'énigme aujourd'hui insoluble ne révèle bientôt la preuve désespérante de sa faiblesse, de son néant, partant de sa disparition totale après sa mort. Alors, il improvise des solutions; il se donne une âme et place au ciel un lieu idéal où celle-ci, après l'arrêt de la vie du corps qui l'a possédée, doit demeurer éternellement plongée dans une béatitude infinie. La fonction de penser a donc pour but la prolongation de la vie, la perpétuation des sensations et des impressions humaines et enfin de donner à l'âme la suprême vie : l'éternité. Voilà pourquoi les plus grands penseurs sont au fond de très grands religieux.

CHAPITRE II

LA PENSÉE MÉTAPHYSIQUE (Infinie)

Un des traits qui frappent le plus dans la science, c'est que, se livrant tout entière à la seule logique, elle détruit une à une les illusions de l'homme qui croit à l'âme et à son éternité, œuvre de la pensée absolue. En effet, la science borne le temps et limite l'espace, et ceci en tout; l'éternité et l'infini lui échappent, ou, pour mieux dire elle reconnaît que ce sont des certitudes qu'elle n'expliquera jamais. Ne comprenant pas, elle se fait une arme de son incapacité; elle condamne l'esprit libre, illimité, au nom de la raison bornée [1].

Le défaut capital, d'après la *Logique de Port-Royal*, qui se rencontre dans la méthode des géomètres, c'est « d'avoir plus de soin de la certitude que de l'évidence et de convaincre l'esprit que

1. « Nous connaissons la vérité, non seulement par la raison, mais encore par le cœur; c'est de cette dernière sorte que nous connaissons les premiers principes, et c'est en vain que le raisonnement, qui n'y a point de part, essaie de les combattre. » B. Pascal, article XXII.

de l'éclairer ». Ici la *Logique de Port-Royal* fait allusion, sans doute, à ce qu'on peut appeler en géométrie la méthodes des *limites*, qui n'est pas une méthode d'investigation puisqu'elle suppose la vérité connue.

L'autre méthode des mathématiques ne peut être visée par la *Logique de Port-Royal*, car elle offre ceci de particulier, qu'étant la science de l'analyse des quantités continues ou infinitésimales, elle n'a pas, par elle-même, d'existence réelle, puisque la continuité d'une grandeur est une fiction de l'esprit et que les infiniment petits, représentant le point de départ d'une quantité qui naît et augmente, sont des grandeurs auxquelles on ne peut attribuer de mesures finies et assignables. Or, on remarquera que cette méthode des *infiniment petits* n'a plus le caractère propre aux diverses branches de la science qui, sachant qu'une chose est vraie, ne veulent pas ignorer comment et pourquoi elle l'est, non plus que son placement dans l'ordre des vérités auxquelles elle appartient. Ainsi, tandis que les sciences expérimentales ou démonstratives — et précisément la géométrie synthétique — se confinent dans les raisonnements où jamais on ne perd de vue l'objet, sa forme réelle et existante, où on ne tire de conséquence qui ne puisse parler à l'imagination, à la vue par une image sensible, où enfin on s'arrête au moindre doute, à la moindre altération du tangible, du positif, dans la méthode par le calcul, ou analytique, l'opérateur a le merveilleux privilège de négliger non seulement les propositions intermédiaires, dont la méthode déductive a toujours besoin, mais de pénétrer encore par une marche rapide, prestigieuse, dans l'inconnu; c'est-à-dire de spéculer sur les grandeurs abstraites, de réduire en chiffres le bon sens, par le calcul des probabilités, de démontrer qu'une quantité variable qui a pour limite zéro est un infiniment petit dont l'état d'évanouissement ou de décroissement peut être poussé indéfiniment.

Si maintenant, après cet exposé, nous voulons savoir de quel côté la pensée reste vraiment libre, le problème se pose ainsi : est-ce parmi les sciences ralliées aux méthodes rationnelles, contingentes, bornées, ou bien au sein des théories mathématiques occupées de l'abstrait, des probabilités, de l'infini ? La réponse n'est pas douteuse. Entre les sciences qui s'appuient sur l'observation concrète et celles qui ont pour base l'induction et ses témérités, les grands penseurs n'ont jamais hésité[1]. Tous nous les voyons, tôt ou tard, s'éloigner ou rompre avec la servitude que les sciences étroites imposent à leur imagination ; tous passent le pont qui conduit de la synthèse à l'analyse, puis, respirant à l'aise dans la plus spéculative des sciences, — la métaphysique, — ils s'y attardent, s'y cantonnent, trouvant ce domaine incomparable pour l'exercice indépendant de leur esprit, de leur génie, dont l'envergure est assez vaste et assez puissante pour entreprendre les plus vertigineuses courses à travers les immensités de la création. L'histoire des sciences corrobore, d'ailleurs, ce que nous venons de dire, puisqu'elle nous apprend qu'en général un grand métaphysicien est un grand géomètre.

Dès lors nous sommes obligés de conclure que c'est à la métaphysique que revient l'honneur, dans la classification des sciences, de disposer de l'esprit humain avec le plus d'étendue. Conséquemment nous savons, en toute assurance, où nous adresser pour rechercher la perfection de la pensée infinie. Sans hésiter, nous délaisserons systématiquement les leçons de l'expérience rigoureuse qui expliquent la pensée par l'organisation, par le mouvement de la matière, par les nerfs, par le sang, pour écouter la voie autorisée des grands voyageurs de l'espace, de ces passionnés de l'immensité,

1. « Les plus élevées parmi les sciences exactes sont les sciences spéculatives. » — Aristote, *Métaphysique*, V, I.

fervents du perpétuel et adorateurs de l'infini, qui, en vérité, sont les seuls dignes d'être nommés les maîtres de la pensée.

§ I. — *Les maîtres de la pensée.*

Depuis trois siècles l'Europe a produit assez de penseurs pour qu'il ne soit pas nécessaire de remonter au moyen âge ou à l'antiquité afin de recueillir les explications de la philosophie quant à la pensée. A partir du XVIe siècle, toutes les nations sont à peu près représentées dans la curiosité éveillée par la métaphysique. Cependant on ne peut contester que l'Allemagne, l'Angleterre, la France et la Hollande sont au premier rang. Pour ne citer que les plus illustres parmi les maîtres de la pensée du monde moderne, l'Allemagne compte Kant, Fichte, Schelling, Hegel; l'Angleterre possède Bacon, Hobbes et Locke, auxquels on peut ajouter Newton, quoique ses travaux appartiennent plutôt à la physique qu'à la philosophie proprement dite; la France peut mettre en avant Descartes, Pascal, Malebranche, puis Diderot, plutôt sublime improvisateur qu'esprit lié, enchaîné à un système régulier et équilibré ; enfin Maine de Biran, philosophe du commencement de ce siècle (1824); la Hollande a Spinoza.

Pour avoir l'aveu, l'opinion de la philosophie sur cette maîtresse supérieure des sens qui est l'imagination combinante, devons-nous consulter successivement tous ces noms, qui représentent autant de systèmes philosophiques montrant souvent, entre eux, des dissemblances profondes, ou devons-nous simplement nous en rapporter au génie de celui que nous signalerons comme le plus grand des métaphysiciens?

Interroger tous ces philosophes ou consulter l'un deux, voilà les deux issues qui nous sont offertes. Mais comment choisir? pouvons-nous savoir si la discussion qui naîtrait des explications de

tous serait, dans l'espèce, un élément capable de nous mieux éclairer que l'unique lumière émise par l'étoile de première grandeur que nous aurions commise à la haute direction de la formation de notre concept concernant la pensée humaine.

Si la philosophie n'avait, en général, qu'une seule tendance prédominante, si les choses sensibles qu'elle étudie ne pouvaient se concevoir que sous un seul aspect, si ce qui nous paraît — les phénomènes, le relatif — pouvait s'ouvrir à nous, à notre entendement, à la façon d'un fait ressortant d'une expérience de laboratoire, les dissentiments philosophiques n'existeraient pas et nous n'aurions qu'à observer quelques divergences négligeables, correspondant à ces chiffres légèrement variables trouvés par plusieurs opérateurs ayant scientifiquement calculé un travail physique ou chimique quelconque. Mais combien sommes-nous loin, en réalité, de cet accord idéal! Ne sait-on pas que la métaphysique de Descartes et de Malebranche n'est pas la métaphysique de Diderot et de ses contemporains (Holbach, Lalande, Helvétius, Naigeon), que la métaphysique des écoles du XVIIe siècle fut remplacée au XVIIIe par ce qu'on a nommé la métaphysique des salons, c'est-à-dire que le matérialisme succéda au spiritualisme? Ignore-t-on les oppositions de la philosophie de Pascal et de Kant associant, tous deux, à un scepticisme illimité, une foi austère, mais n'ayant ni le même scepticisme ni la même foi ?

Puis, à côté des oppositions philosophiques très contrastantes, se trouvent des distinctions dont les nuances subtiles et délicates ne peuvent être perçues sans quelques confusions. Rappelons cette lutte entre un mathématicien (Dorton de Mairan) et Malebranche, qui, personnellement provoqué, mis au défi de répondre contre l'accusation de spinoziste, fut obligé de fixer lui-même, non sans peine, les points de la discussion qui désavouent la parenté de ses conceptions métaphysiques avec celles du penseur hollan-

dais. Quoi qu'il en soit, si les affirmations de la philosophie étaient en général seulement contrariées par d'aussi légères dissemblances, nous ne verrions pas, comme cela est, la masse des doctrines déchirées entre deux tendances tout à fait inconciliables : d'une part, le mysticisme entraîné vers le surnaturalisme; d'autre part, le matérialisme versant dans l'athéisme. Ce sont les deux pôles de la métaphysique, les deux extrêmes où l'opinion des penseurs vient se heurter, non sans péril, tantôt à la théologie, tantôt à la science, selon les conclusions des doctrines philosophiques. Est-ce à dire qu'il n'existe pas de métaphysique aveuglément et systématiquement ennemie des excès d'un dogmatisme absolu ? Avouons que les exemples ne sont pas nombreux, car le sol mouvant de la philosophie a des oscillations rarement moyennes, cela découle d'ailleurs de la recherche libre et personnelle que nulle chaîne ne retient et qui va souvent à l'aventure. Pourquoi dès lors vouloir étudier la pensée sur un ensemble de dogmes dont les gestes dénotent l'antipathie et la haine commune lorsque nous savons à quelle métaphysique équilibrée, exempte du trop et du pas assez, nous devons avoir affaire, c'est-à-dire à la doctrine qui ne peut être l'œuvre que d'un seul penseur assez heureux pour avoir échappé à des tendances excessives en se séparant énergiquement de la théologie et de la science, de celle dite positive, nous entendons, car l'expérimentation et le calcul bornent l'imagination et sont en cela les abominations de la métaphysique qui n'agit que par l'induction, l'analyse et le raisonnement.

Donc, point de consultations s'étendant à tous les génies spéculatifs que nous avons signalés plus haut, mais seulement à l'un d'eux, à celui dont l'esprit aura franchi toutes les limites arbitraires, qui dépassera jusqu'à la conception du dernier intelligible pour s'élever, de degré en degré, dans les sphères célestes où la raison certaine de l'infini se perd à le comprendre. Voilà le métaphysicien

que nous rêvons et comme il ne peut se passer d'un point d'appui, il le prendra dans la science qui précisément limite l'infini pour rester science, dans les mathématiques pures.

Mais à qui ce critérium convient-il ? à qui l'appliquer ? est-ce aux philosophes allemands ? à Kant, le plus profond interprète du scepticisme scientifique de la fin du siècle dernier ? à Fichte qui part du point où est resté Kant ? à Schelling, du point où en est resté Fichte ? à Hegel qui reproduit méthodiquement la philosophie de Schelling ?

Est-ce aux philosophes anglais ? à Bacon, le génie de la philosophie expérimentale, qui a prêché cette méthode sans la pratiquer et auquel on reproche ses recettes inutiles et surannées pour découvrir ? Bacon qui ne touche à la métaphysique que par le sens commun ? à Thomas Hobbes, lequel, comme l'a écrit finement M. de Rémusat, a fait « la métaphysique du machiavélisme » ? à Locke dont la philosophie religieuse peut prendre le nom de christianisme raisonnable ? à Newton éminemment physicien et mathématicien ?

Est-ce aux philosophes français ? à Descartes, qui domine Pascal et Malebranche et tous les autres penseurs de ce pays dont les hommes n'ont point, a-t-on dit, la *tête épique* ni la faculté métaphysique ? à Descartes, le fondateur de la philosophie moderne, auquel on a reproché d'avoir méconnu l'idée de force et d'avoir réduit la matière à ses propriétés mathématiques ? Peut-être bien, car ce génie est vraiment un métaphysicien, c'est-à-dire un savant spéculatif qui a préféré le raisonnement à l'expérience et qui a géométrisé la nature. Seulement, le moule dans lequel nous voulons faire entrer notre penseur, tout en ayant assez bien les proportions que nécessite la haute personnalité de Descartes, convient, selon nous, plus parfaitement à un autre génie qui représente, d'après d'illustres témoignages, le plus haut effort de la liberté de la pensée par les

perspectives profondes qu'il a ouvertes sur les régions de l'éternel et de l'invisible, à Spinoza, dont la philosophie a su rester la sœur de toutes les sciences et de la religion, ce qui constitue un prodige d'équilibre, car flotter avec succès entre l'intelligible et le surnaturel est bien certainement la plus grande difficulté qui puisse se rencontrer en philosophie universelle.

§ II. — *La pensée selon Spinoza.*

Spinoza est le produit des libertés hollandaises qui, au XVIIe siècle, laissèrent une certaine latitude dans l'expression des opinions religieuses et philosophiques. Ainsi s'explique ce fait extraordinaire de l'histoire philosophique et littéraire que le génie le plus spéculatif et le plus abstrait des temps modernes ait germé au sein du peuple le plus laborieusement industrieux, le plus instinctivement pratique qu'il y ait peut-être en Europe. Il fallait, pour écrire librement, posséder avant tout l'assurance de ne pas être inquiété, et ce coin du monde réalisait, à cette époque, à peu près les meilleures conditions de sécurité. D'autres philosophes, d'ailleurs, trouvèrent dans ce même pays et presque dans le même temps un asile sûr. Descartes y vécut et nous rapporte que les Hollandais ne le gênaient pas plus que les arbres de la forêt. Bayle s'y réfugia et put également y produire sans éprouver trop d'ennuis.

Dans le siècle où le spinozisme fit son apparition, ce fut presque un épisode isolé et sans conséquence, et cependant ce système et celui de Kant eurent ensuite la plus grande influence sur la philosophie allemande partout répandue aujourd'hui. A la vérité, les contemporains de Spinoza et la plupart des écrivains du commencement du XVIIIe siècle ne connurent qu'imparfaitement la doctrine de ce philosophe, par cette raison qu'il ne fut guère lu, que ses écrits étaient peu répandus et que l'idée qu'on s'en faisait était tirée

du livre de François Lamy (1696) et surtout du *Dictionnaire* de Bayle (1697), dont la philosophie consistait à voir des difficultés partout et qui, trouvant bon de ne rien affirmer, reprochait à Spinoza de faire le dogmatique contre l'orthodoxie et par un système d'impiété. En somme, l'article de Bayle fut la pièce la plus importante du XVIIe siècle sur le spinozisme ; aussi la plupart des philosophes français du siècle suivant n'ont connu Spinoza que par cette réfutation bien insuffisante, mais qui touchait cependant avec justesse à quelques points faibles du système. Où, par exemple, Bayle faisait erreur, c'était lorsqu'il jugeait Spinoza comme atteint d'athéisme : « Tous s'accordent, écrit-il, à dire que Spinoza a été un homme honnête, officieux, fort réglé dans ses mœurs. Cela est étrange ; mais au fond, il ne faut pas plus s'en étonner que de voir des gens qui vivent très mal, quoiqu'ils aient une pleine persuasion de l'Évangile. »

Les croyants du XVIIe siècle, les Fénelon, les Malebranche, les Bossuet ne comprirent donc pas plus Spinoza que les incrédules du XVIIIe siècle, les Diderot, les Voltaire, les J.-J. Rousseau, et, sauf quelques adhérents obscurs, dont les ouvrages mêmes étaient ignorés, ce grand penseur fut l'objet de l'exécration générale comme étant l'auteur d'une métaphysique odieuse et en quelque sorte diabolique.

C'est à notre siècle, et à un Français, à Victor Cousin et à son école, que revient l'honneur d'avoir, le premier, introduit dans la philosophie de son temps le point de vue que Herder, Gœthe, Schleiermacher, Novalis avaient défendu en Allemagne à la fin du siècle dernier, à savoir que le panthéisme n'est pas l'athéisme, établissant d'après cette affirmation la vraie signification de la doctrine de Spinoza. Bien loin d'accuser Spinoza d'athéisme, Cousin, dans le cours de 1829, lui adresse le reproche d'avoir conçu un théisme excessif qui écrase l'individu. « Chez lui, dit-il, Dieu, l'être en soi,

l'éternel, l'infini, écrase trop le fini, le relatif, l'humanité. Spinoza a tellement le sentiment de Dieu qu'il y perd le sentiment de l'homme. L'*Éthique*, toute hérissée qu'elle est de formules géométriques, est, au fond, un hymne mystique, un élan et un soupir de l'âme vers celui qui seul peut dire légitimement: Je suis celui qui suis... « Adorant l'éternel, sans cesse en face de l'infini, il a dédaigné ce monde qui passe ; il n'a connu ni le plaisir, ni l'action, ni la gloire. Pauvre et souffrant, sa vie a été l'attente, la méditation de la mort, il a vécu dans un coin de la Haye gagnant à polir des verres le peu de pain et de lait dont il avait besoin pour se soutenir, répudié des hommes de sa communion, suspect à tous les autres, détesté de tous les clergés de l'Europe, n'échappant aux persécutions et aux outrages qu'en cachant sa vie, humble et silencieuse, d'une douceur et d'une patience à toute épreuve, passant dans ce monde sans vouloir s'y arrêter, ne songeant à y faire aucun effet, à n'y laisser aucune trace. Spinoza est un mouni indien, un soufi persan, un moine enthousiaste ; et l'auteur auquel ressemble le plus ce prétendu athée est l'auteur inconnu de l'*Imitation de Jésus-Christ.* »

L'*Éthique*, dont parle Cousin, parut après la mort de Spinoza avec la publication des *Opera posthuma* (1677). Cet ouvrage contient tout le système métaphysique de ce penseur ; il se compose de cinq parties : Dieu — l'Ame — les Passions — l'Esclavage — la Liberté. — Comme vues neuves et originales, il faut citer la théorie des corps simples et des corps composés, la définition de l'âme, la théorie de l'union de l'âme et du corps, des idées adéquates et des idées inadéquates, enfin la théorie capitale de l'erreur.

La théorie des passions dans l'*Éthique* est une simplification de la théorie cartésienne qui admet six passions fondamentales, en premier l'admiration qui est la racine des cinq autres; l'amour, la haine, le désir, la joie, la tristesse, passions réduites à trois par

Spinoza : le désir, la joie et la tristesse. Enfin la quatrième et la cinquième partie de l'*Éthique*, l'esclavage et la liberté, sont des études concernant les lois de l'âme en tant qu'assujetties au joug des passions.

En résumé, les principes philosophiques exprimés dans l'*Éthique* se composent de deux termes distincts et complémentaires, d'un côté Dieu, substance unique et cause immanente de toute chose, de l'autre l'amour de Dieu menant à la béatitude, c'est-à-dire au discernement exact des causes de nos passions, partant à l'affranchissement de l'esprit humain.

La partie philosophique de l'*Éthique* qui a donné lieu à des discussions interminables et qui a été l'objet de controverses multiples est, sans contredit, la conception spinoziste de Dieu. On a reproché à cette doctrine d'avoir nié Dieu en ce sens qu'elle a nié la personnalité divine. Ce reproche, qui a valu à Spinoza d'être adopté par les écoles les plus avancées de ce temps, — le matérialisme, le positivisme, — n'est pas fondé, car, « il n'y a pas un seul philosophe au XVIIe siècle, même parmi les théologiens catholiques qui définisse Dieu par la personnalité. Tous sans exception, Descartes, Malebranche, Bossuet, Fénelon définissent Dieu « l'être infiniment parfait, l'être sans restriction, l'être sans rien ajouter, » etc. Or, c'est là la définition de Spinoza. Suivant lui, « Dieu est une substance infinie, constituée par un nombre infini d'attributs infiniment infinis ». Comme Descartes, il prend être, réalité, perfection, pour une seule et même chose. L'être infini est donc la perfection infinie. Le principe des choses « n'est pas pour lui, comme pour Hegel, le moindre être possible, quasi identique au néant; ce n'est pas, comme pour les post-hégéliens, la matière avec ses propriétés physiques et chimiques, c'est l'être dans sa plénitude, dans son essence éternelle et absolue. Toute perfection, tout bien coule de la substance comme de sa source, et ce ne serait pas

forcer les termes que de dire que, pour Spinoza comme pour Platon, Dieu est le bien en soi, l'*idée du bien* [1] ».

Parmi les attributs de Dieu, Spinoza en cite deux primordiaux, l'étendue et la pensée. En cela, Descartes a précédé l'illustre Hollandais quand il a réduit hardiment tous les phénomènes de l'univers à deux grands types, précisément à cette étendue et à cette pensée adoptées par Spinoza. Or, cette constatation est des plus significatives. Si les deux plus grands esprits spéculatifs que l'humanité ait produits se rencontrent en ce point fondamental de la philosophie, c'est que vraisemblablement une telle interprétation du grand tout, de l'être, de la substance, est une certitude métaphysique aussi inattaquable que certaines vérités établies par des procédés où l'expérience scientifique a seule concouru à l'obtention du fait acquis.

Mais comment ces génies entendent-ils l'étendue et la pensée ?

Pour Spinoza, comme pour toute l'école cartésienne, l'étendue est une réalité et même la réalité essentielle des corps, il admet encore, avec ces mêmes cartésiens, qu'il doit y avoir en Dieu une étendue idéale, absolue, une étendue intelligible, principe et type originel de l'étendue réelle. Newton a pensé à peu près la même chose quand il a dit : « Dieu constitue l'espace, *Deus constituit spatium.* »

L'origine de la pensée, selon Spinoza, est dans l'éternel et l'absolu, non dans le contingent et le relatif. Conséquemment sa racine immédiate est dans la substance divine. La pensée divine est donc ce qu'il y a d'effectif et de parfait dans la pensée humaine ; c'est ce que Platon aurait appelé la pensée en soi. Mais quels sont les éléments essentiels de cette pensée, de cette perfection, l'un des attributs de l'être dans sa plénitude, source ineffable d'un nombre

1. *Spinosa et le Naturalisme contemporain*, Paul Janet.

inépuisable de perfections ? C'est la question que nous avons posée au début de cette dissertation et à laquelle il est temps de répondre.

§ III. — *La perfection de la pensée métaphysique.*

Dieu est-il le monde et le monde est-il Dieu ? Les métaphysiciens, en général, s'efforcent d'établir une distinction entre Dieu et le monde cherchant ensuite à les réunir. On sait que la difficulté de cette dissociation consiste à ne pas tomber dans le dualisme antique, comme le risque de l'association est de ne pas verser dans le panthéisme. « Spinoza non seulement admet Dieu, mais encore il le distingue du monde, à la vérité sans l'en séparer, mais aussi sans les confondre. N'est-ce donc rien que cette distinction capitale dans sa philosophie entre la nature *naturante* et la nature *naturée?* et pourquoi n'aurait-il pas dit qu'il n'y a qu'une seule nature, s'il l'avait voulu ? C'est que la nature naturante est le monde de l'absolu, de l'indivisible, de l'immobile, de l'intelligible. Ce monde n'est pas mêlé à l'autre : il subsiste en soi dans son éternelle sérénité, manifesté, exprimé par le monde des phénomènes, mais lui demeurant infiniment supérieur. » (Paul Janet.)

Notons, tout d'abord, que cette conception spinoziste de Dieu et du monde est en harmonie avec la conception scientifique sur la constitution de la matière que nous avons rapportée dans le courant de cet ouvrage et qui n'est pas très différente de celle de Hirn. Une telle concordance, que nous allons d'ailleurs mettre en évidence et livrer à l'appréciation du lecteur, est, nous pensons, d'un intérêt tout à fait exceptionnel, aussi bien pour les métaphysiciens que pour les physiciens (nous respectons un vieux terme du langage scientifique), en ce sens que le résultat de l'observation qui va suivre est que la métaphysique et la science, qui semblent, à d'aucuns, sinon opposées du moins dans un grand état de division,

se voient, d'une part, tout en haut des spéculations abstraites imaginées par la pensée pure, d'autre part, au degré le plus avancé des connaissances humaines dirigées par l'expérience concrète et le calcul, réunies dans une seule et même formule, une seule et même hypothèse, en sorte que les données hypothétiques de l'esprit sur la constitution du monde se trouvent en conformité avec les données hypothétiques de la raison sur la constitution de la matière.

En effet, nous avons dit que le niveau actuel des sciences permettait de croire à l'existence de l'éther (interplanétaire et intermoléculaire) et à l'existence de l'atome (77 corps simples). Or, la nature naturante de Spinoza ayant pour principe Dieu, distinct du monde et à la fois indistinct, n'est-ce pas l'éther qui emplit l'univers sans se confondre avec les atomes et aussi sans s'en séparer? Les attributs de Dieu, le premier en titre, l'étendue, n'est-ce pas le vide de l'espace occupé par l'éther, espace insubstantiel et immobile? puis le second attribut, la pensée, n'est-ce pas l'éther lui-même, élément essentiellement indivisible, détenant la capacité de mouvement, c'est-à-dire l'activité et la force, énergies matérielles parallèles à la liberté et à la volonté, énergies morales ?

La nature naturée de Spinoza qui est le monde des phénomènes naturels, le monde planétaire, le monde de la vie organisée, n'est-ce pas l'atome qui réactionne perpétuellement, autrement dit, les dernières petites particules des corps s'alliant sous forme de composés infiniment variés, lesquels sans cesse se perdent et se créent au gré de certaines circonstances de distancement et de contact?

Ce rapprochement qui unifie, qui égalise les sommets de la métaphysique et de la science ne matérialise pas plus celle-là qu'il ne spiritualise celle-ci. Tout au plus ressort-il de l'harmonie que nous venons de préciser, — par suite de l'assurance qu'il nous reste de la supériorité de la pensée libre d'antan, qui a de-

vancé, dans le système de Spinoza, la pensée obéissante du XIXe siècle, — un avantage appréciable allant directement à cette branche élevée du savoir humain, qui, d'après M. Émile Saisset, « assoit l'esprit dans un dogmatisme limité, mais inébranlable », à la philosophie qui n'est ni une chimère, ni un bavardage, quoi qu'en disent ses détracteurs. Nous avions donc raison de rechercher les éléments constitutifs de la perfection de la pensée dans les profondes méditations des maîtres féconds de la métaphysique, puisqu'il semble que le meilleur moyen de connaître un peu de ce fond des choses, si mystérieusement caché à nos télescopes et à nos microscopes, est encore de sentir librement à l'aide de nos appareils naturels et d'arriver, par l'attention, par la réflexion, à découvrir l'insondable et l'invisible.

En conséquence, revenons à ce monde où règne l'Être, la substance, le Dieu de Spinoza, à cette perfection souveraine qui tient sous sa dépendance toutes les autres perfections à commencer par les attributs divins, l'étendue et la pensée. Un examen méthodique de chacun de ces attributs va nous permettre d'entrer un peu avant dans le cœur de ces perfections faites à l'image et à la ressemblance de Dieu qui, pour les esthéticiens spiritualistes, est l'Unité, la *première forme*, la forme infinie. Or, si nous acceptons que Dieu est l'Unité esthétique du monde, rechercher la perfection dans les attributs de Dieu, c'est essayer de découvrir la forme de ces attributs directement originaire de la *première forme* que Leibniz considère, avec la *matière première*, comme un des deux substratums sur lesquels repose exclusivement tout ce qui mérite le nom de doctrine.

Donc, plus que tout autre, nous pouvons dire que nous sommes dispensés ici de nous occuper de la matière de l'étendue (autrement dit de sa nat ure), nos obligations allant en bloc vers la forme de l'étendue que nous allons essayer de définir, c'est-à-dire de déter-

miner sous l'aspect d'une figure tracée dans l'immensité de l'espace.

Les considérations qui vont nous aider à fixer l'icone de l'étendue sont tirées de preuves qui, on pouvait s'y attendre, ont l'impondérabilité et l'impalpabilité du sujet même, car on reconnaîtra facilement qu'aucune raison solide ne peut sortir d'aucun cerveau humain pour certifier l'existence de la forme suprême en question. *O altitudo!* Cependant on peut hasarder les raisonnements qui vont suivre ; certes, relevant de la métaphysique, ils n'appartiennent point à la voie déductive, néanmoins on verra qu'ils sont assez persuasifs pour nous conduire à un résultat suffisant, et, en quelque sorte, qu'on nous passe l'expression, spirituellement logique.

1° Étant donné que la représentation partielle de l'espace doit être identique à sa représentation totale, la forme partielle de l'étendue visible à l'homme doit être identique à sa forme totale. Or, nous savons tous, par expérience, que le ciel, par une nuit très pure, montre à nos yeux une immense forme calottique représentant une portion de la forme de l'espace, partant sphérique, qui environne la terre. Dans ces conditions, si l'on admet que *tous les points de l'univers* sont passibles d'une semblable représentation visuelle, on doit conclure à la sphéricité complète de l'étendue absolue.

2° L'étendue absolue impliquant une homogénéité absolue, l'expansion de l'étendue doit être également homogène, c'est-à-dire dirigée exactement dans tous les sens. Or, la sphéricité de l'espace est seule capable de se plier aux exigences d'un tel état d'expansion.

En résumé, d'après les explications qui précèdent, la forme de l'étendue, qui ne peut être une certitude scientifique, est au moins une certitude métaphysique, et ce que les connaissances humaines ignoreront perpétuellement, c'est la dimension de la forme de cette étendue ou l'infini de l'espace.

Si de l'étendue nous passons à la pensée, les mêmes considérations s'appliquent textuellement au second attribut de Dieu. En

effet, la pensée emplit l'espace et par conséquent revêt la forme de l'étendue, c'est-à-dire la forme sphérique. Quant à la dimension de cette forme, nous ne la connaîtrons jamais plus que la dimension de la forme de l'étendue ; c'est l'infini de la pensée.

CHAPITRE III

LA PENSÉE PHYSIOLOGIQUE (Finie)

L'étude concernant la détermination morphologique de la perfection de la pensée, que nous avons faite au chapitre précédent, porte sur les phénomènes de la vie représentative dont l'origine est externe ou objective. Or, si nous ne traitions que ce point objectif de l'esthétique de l'idée, notre étude resterait inachevée et incomplète, car nous délaisserions l'examen de la pensée introduite dans l'individu organisé, c'est-à-dire subjective ou interne et engendrant ces phénomènes de la vie affective réduits aujourd'hui à un seul terme : le sentiment. Par conséquent, après nous être livré à la recherche de la perfection de la forme de l'idée métaphysique (pensée), notre intention, dans la dissertation qui suit, est de nous essayer à nouveau dans la recherche de la perfection de la forme de l'idée physiologique (sentiment)[1].

1. La recherche de la forme de l'idée physiologique (finie) implique la recherche de sa dimension, car scientifiquement une forme finie est mesurable. Dans l'espèce, lorsque nous connaîtrons cette forme, il nous sera donc permis de supposer qu'elle est de dimension connue, sans qu'il soit besoin de l'établir par une moyenne basée sur des mensurations physiologiques variables d'un individu à l'autre.

§ I. — *La théorie intellectualiste et la théorie physiologique de l'émotion.*

On sait qu'en 1884, deux psychologues éminents, les professeurs Lange et W. James, ont publié sur la nature de l'émotion une théorie semblable.

M. W. James, bien connu en France par son ouvrage intitulé : *Principles of Psychology*, nous dit que l'émotion résulte de sensations centripètes principalement musculaires et viscérales. Ces sensations accompagnent les effets physiques que l'on attribue en général aux émotions, lesquelles, dans ces conditions, sont constituées par la perception de ces effets physiques. Cette manière d'envisager les phénomènes psychiques conduit M. W. James à l'énonciation de cette formule : on ne tremble pas parce qu'on a peur, mais on a peur parce qu'on tremble.

Il semble qu'une telle théorie tend à faire admettre que l'émotion n'est pas excitée directement par un objet extérieur ou par une pensée, mais qu'elle est un effet secondaire qui ne vient qu'après les changements organiques produits à l'intérieur du sujet.

Une question de psychologie aussi importante ne pouvait manquer de soulever des discussions. Aussi les critiques ont été nombreuses. Trois contradicteurs surtout ont pu montrer ce que cette théorie avait de paradoxale, ce sont MM. Wundt, Irons et Worcester.

La principale critique adressée à James et à Lange est, d'après M. Wundt, la suivante : « D'où vient que si un certain stimulus produit l'émotion uniquement par l'intermédiaire de ses effets réflexes, un autre stimulus, entièrement identique au premier, ne produira pas ce même effet physique si ses effets mentaux sont différents ? » L'objection de Wundt est reprise sous une forme plus concrète par Irons qui dit : « Si je vois un objet terrible, je tremble ; mais si je ne suis pas effrayé, l'objet ne sera pas un objet terrible. » Worcester dit à peu près de même en ces termes : « Apercevoir un

animal dangereux, par exemple un ours, n'est pas la cause directe de notre mouvement de fuite; on peut voir un ours en cage et rester à le regarder avec curiosité; on ne prend la fuite que parce qu'on est effrayé; les objets par eux-mêmes ne produisent point d'émotion; ils la produisent par l'intermédiaire d'idées et de raisonnements. James répond que lorsqu'il attribue l'émotion à la perception des effets physiques produits par l'objet, il entend par objet non seulement des sensations, mais la *situation totale*, matérielle et mentale, qui se produit lorsqu'on est en présence de l'objet. La discussion paraît subtile, et la réponse de James semble à Irons une défaite. Voici l'intéressante argumentation de ce dernier auteur : « Dans sa première forme, dit-il, la thèse de James consistait à dire que certaines perceptions produisent des changements physiques (tremblements, par exemple) par une sorte d'influence physique, avant la naissance de toute émotion ou de toute idée émotionnelle. Ainsi, Lange a dit que l'émotion produite par un son extrêmement intense est une sorte de peur, qui se produit indépendamment de toute idée de danger, de tout acte d'association ou de mémoire. Maintenant James change de position; il admet que le stimulus ne produit pas directement les changements physiques servant de base à l'émotion, mais que ce stimulus produit une idée de danger, un souvenir, un raisonnement suivant les cas[1]. »

Il est évident que si James admet ce qui précède, il doit admettre également que c'est l'idée qui est la vraie cause de l'émotion, partant que les sentiments ne sauraient se manifester sans une liaison avec des représentations ou des images externes, c'est-à-dire qu'il n'y aurait pas d'états affectifs purs. Nous reviendrons tout à l'heure sur cette dernière affirmation avec M. Th. Ribot, le directeur de la *Revue philosophique*, mais avant notons l'habile diversion de

1. A. Binet, *Année psychologique*, 1894.

M. Dewey, partisan à outrance de la théorie nouvelle et disciple moins conciliant que ses maîtres. « Il soutient qu'il y a une liaison directe, préétablie, c'est-à-dire instinctive, héritée, entre certaines perceptions et certains réflexes du corps qui ne sont que des restes d'actes d'adaptations devenus inutiles ; les deux phénomènes, perception et réponse, se suivaient sans aucune intercalation de phénomènes d'idéation, mémoire ou raisonnement. » Il peut se faire que Dewey ait raison pour quelques cas constitués d'émotion correspondant à des perceptions actuellement neutres et antérieurement offensives, cas dont le mécanisme semble faussé, pour les élèves de l'école de Herbart (les intellectualistes), par cela même que d'après ces théoriciens, une excitation produit toujours un phénomème de conscience, puis un mouvement, mais non pas un mouvement directement, sans la distinction de l'état nuisible de l'objectivité, c'est-à-dire sans l'idée du mal présent et des moyens d'y porter remède. Cependant les intellectualistes ne peuvent contredire l'opinion que nous venons de rapporter de Dewey, car il est évident que certains mouvements d'abord accompagnés de conscience ont été peu à peu enregistrés par l'organisme et se développent maintenant automatiquement, comme la coordination motrice se traduisant par le rire, ou invariablement le sujet exhibe ses dents, les mâchoires souvent entr'ouvertes, ce qui constitue « un reste d'acte d'adaptation devenu inutile », puisque l'homme moderne ne met plus seulement sa joie dans le désir de manger et l'assouvissement de ce besoin, mais dans de multiples causes d'ordre supérieur pour lesquelles la bouche et les dents sont aujourd'hui des accessoires parfaitement inutiles.

Cette thèse, soutenue par Dewey, défenseur des idées de James et Lange, a eu pour fondateur Bain, Spencer, Maudsley ; on l'a nommée physiologique. Actuellement elle vient de faire un pas nouveau par l'intermédiaire de l'un de ses adeptes, de M. Th.

Ribot, qui, dans un ouvrage paru tout dernièrement, la *Psychologie des sentiments*, s'est chargé de justifier, avec un talent très réel, la thèse physiologique opposée à la thèse intellectualiste.

Pour M. Ribot, l'élément profond de la vie affective consiste dans les tendances (appétits, besoins, désirs) qui se traduisent par des mouvements. Ces manifestations motrices : gestes, attitudes du corps, modification dans la voix, rougeur ou pâleur, tremblements, changements dans les sécrétions ou excrétions, correspondent directement, par le témoignage de la conscience, à certains états agréables, pénibles ou mixtes, avec leurs modes ou nuances extrêmement variables en qualité et en intensité. « De ces deux groupes, les manifestations motrices d'une part, les douleurs et leurs composés d'autre part, lequel est fondamental ? Pouvons-nous les mettre sur la même ligne, et si nous ne le pouvons pas, quel est celui qui supporte l'autre?

« Ma réponse à cette question sera nette : les manifestations motrices sont l'essentiel. » (Th. Ribot.)

Ce qui précède n'est qu'une affirmation dont les preuves remplissent tout l'ouvrage précité. « Il s'agissait seulement d'indiquer clairement, dès le début, la position adoptée. »

M. Ribot examine ensuite ce point important de la thèse physiologique, qui nous ramène aux déclarations de Dewey : « Y a-t-il des états affectifs *purs*, c'est-à-dire vides de tout élément intellectuel, de tout contenu représentatif, qui ne soient liés ni à des perceptions, ni à des images, ni à des concepts, qui soient simplement subjectifs, agréables, désagréables ou mixtes? Si l'on répond négativement, il s'ensuit que, jamais et sans aucune exception, aucun mode de sentiment ne peut exister par lui-même ; il lui faut toujours un soutien ; il n'est toujours qu'un accompagnement. Cette thèse a pour elle la majorité ; elle a été adoptée naturellement par les intellectualistes et tout récemment Lehmann l'a soutenue sous sa

forme radicale : un état de conscience émotionnel pur ne se rencontre pas ; le plaisir et la douleur sont toujours liés à des états intellectuels. Si l'on répond affirmativement, alors l'état affectif est considéré comme ayant, au moins quelquefois, une existence propre, indépendante, non assujettie au rôle perpétuel d'acolyte ou de parasite. »

« Il est incontestable que, dans la règle, les états émotionnels accompagnent les états intellectuels; mais qu'il n'en puisse être autrement, que les perceptions et représentations soient la condition d'existence nécessaire, absolue, sans exception, de toute manifestation affective, c'est ce que je nie. »

« Il y a une première classe de faits que je ne mentionne que pour mémoire. Quoiqu'ils aient été invoqués, ils me paraissent peu probants. Je veux parler de certaines émotions qui éclatent brusquement chez les animaux, sans aucune expérience antérieure qui les explique. Gratiolet ayant présenté à un tout jeune chien un débris de peau de loup si usée qu'elle ressemblait à du parchemin, l'animal en le flairant fut saisi d'une frayeur indicible. Krœner, dans son livre sur la cénesthésie a recueilli des faits analogues. Toutefois, il est si difficile de savoir ce qui se passe dans la conscience d'un animal, de faire la part de l'instinct et de la transmission héréditaire, que je n'insiste pas. De plus, dans tous ces cas, l'émotion est suscitée par une sensation *externe* qui pousse le ressort, met en jeu le mécanisme de l'instinct; en sorte qu'on pourrait arguer de là que ce n'est pas un état affectif pur, indépendant. Pour ne laisser aucun doute, il faut des cas où l'état affectif précède l'état intellectuel, n'est pas provoqué par lui, mais tout au contraire le provoque. »

« Les adultes vont nous fournir des arguments irrécusables et abondants. »

« Règle générale : tout changement profond dans les sensations

internes se traduit d'une façon équivalente dans la cénesthésie et modifie le ton affectif; or, les sensations internes n'ont rien de représentatif et ce facteur, d'une importance capitale, les intellectualistes l'ont oublié. De cet état purement organique, qui devient ensuite affectif, puis intellectuel, nous trouverons plus tard de nombreux exemples, en étudiant la genèse des émotions; il suffit pour le moment d'en noter quelques-uns. « Sous l'influence du hachich, dit Moreau (de Tours), qui l'a si bien étudié, le sentiment qu'on éprouve est un sentiment de bonheur. J'entends par là un état qui n'a rien de commun avec le plaisir purement sensuel. Ce n'est pas le plaisir du gourmand, de l'ivrogne, mais bien plutôt un plaisir comparable à la joie de l'avare, à celle qu'apporte une bonne nouvelle. »

Des lignes que nous venons de rapporter, il ressort que ce sont des sensations internes, produites par l'ingestion d'une substance toxique ou ayant des propriétés excitantes spéciales, qui procurent, au sujet, des états affectifs précédant l'état intellectuel, des états affectifs purs.

Cependant on peut opposer à ces faits que les sens sont les sentinelles qui veillent à la conservation de l'individu, qu'ils sont disposés pour discerner les objectivités qui avoisinent le corps humain ou pour contrôler les matériaux substantiels qui peuvent y être introduits. Dans ces conditions les sensations internes seraient déjà dépendantes *du bon vouloir* des sens ou des sensations externes; il y aurait, par exemple, chez l'homme qui a l'habitude de se hachicher, une idée préalable directrice; un acte conscient à exécuter et dont les suites seraient prévues. En sorte que, pour des cas de cette nature, les états affectifs qui précéderaient les états intellectuels pourraient bien être simplement des *troubles organiques*, accompagnés de réflexes affectifs, et consciemment produits avec la complicité des sens.

Mais la source la plus abondante où, d'après M. Th. Ribot, l'on pourrait rencontrer des cas dans lesquels l'état émotionnel apparaît d'abord et l'état intellectuel ultérieurement, « est certainement la période d'incubation qui précède l'éclosion des maladies mentales ».

Nous ne suivrons pas l'auteur de « la psychologie des sentiments » dans les développements qui suivent, nous estimons que ce que nous venons de rapporter de la conception qui constitue le fondement de la théorie physiologiste est suffisant pour nous permettre de conclure.

Il reste donc acquis :

1° Que les émotions venant par la voie des sens ont toujours une origine intellectuelle;

2° Que les états affectifs précédant les états intellectuels dérivent constamment des sensations internes créées par l'introduction de matières étrangères dans le corps, ou provoquées par des affections organiques, lesquelles, à proprement parler, sont des maladies.

Enfin, retenons ceci d'essentiel que nous donne le contenu de ce paragraphe pour servir à la recherche de la forme physiologique de l'idée esthétique : le plaisir ou la douleur, qui résultent de l'émotion, ont pour cause des manifestations motrices. Autrement dit, l'idée se traduit physiologiquement par des mouvements organiques correspondant à des états agréables, pénibles ou mixtes.

§ II. — *L'émotion est un diminutif moteur de la tendance qui se satisfait.*

Pour faire une analyse du sentiment, dans son expression vitale observable, il semble (d'après les pages antérieures) que la meilleure voie à suivre est encore d'appliquer telle méthode que l'on veut choisir à l'étude d'émotions méritant vraiment ce nom, c'est-à-dire communiquées à l'organisme par le seul intermédiaire du jeu nor-

mal de nos sens et non par les maladies, les intoxications (soit épidermiques ou intestinales), ou les violences physiques pratiquées sur l'individu. Certes, il faut répudier ces cas d'excitations notoirement incohérents, car ils engendrent une rupture de l'équilibre mental et laissent dominer forcément une exagération morbide de la pensée, une sorte de psychose ou d'aspect anormal que prend la vie consciente.

Notre but, dans ce chapitre, est de donner sur les émotions quelques courtes explications pouvant se généraliser à tout le domaine émotionnel et se traduire sous une forme condensée s'approchant beaucoup du caractère expressif d'une définition.

Si nous avons commencé par déclarer qu'en vue d'une étude de ce genre il était nécessaire d'éliminer de l'observation toute une catégorie d'états affectifs que nous avons précisés, c'est parce que nous pensons que même les partisans de la théorie physiologique devraient faire deux parts dans l'ordre des émotions : dans la première seraient placés les cas appartenant à des sujets normalement excités et sains, dans la seconde on pourrait grouper tous les cas relevant de la pathologie. Rappelons que Lange — dont la thèse avait pour but de substituer à l'émotion soumise jusqu'alors à des procédés d'introspection peu scientifiques l'émotion se laissant observer sous des apparences accessibles à l'expérimentation, dans ses marques objectives — s'en est tenu à des émottions nettes et caractérisées, dites simples ou communes (*coarse*) délaissant les autres (*the subtler emotions*) que la psychologie moderne lie à des images trop peu concrètes ou à des concepts qu'elle ne sait pas encore rapporter aux conditions d'existence de l'individu ou de l'espèce.

Mais cette méthode restrictive que doit suivre le philosophe de ce temps, pour arriver à la connaissance des causes profondes du sentiment, n'est-elle pas déjà rendue plus libre par nos travaux

depuis que nous avons démontré dans la première partie de cet ouvrage pour les formes supérieures de l'émotion (*the subtler emotions*), c'est-à-dire pour le sentiment religieux, moral, artistique, esthétique) que le même principe dominateur les rendait dépendantes de cette loi de permanence vitale que nous avons enfermée dans un groupement de mots qui l'a défini : l'*infinité biologique*, théorie résumant les affinités de l'homme, les tendances de sa raison et de son esprit, ses désirs et ses volontés : vivre bien et longtemps. Par conséquent nous sommes en droit de dire qu'il n'existe aucune émotion qui ne se puisse rapporter à l'une ou à l'autre de ces aspirations de la vie consciente. Quel que soit le stimulus qui provoque l'émotion, celui-ci, s'il ne contient aucun élément d'*attraction* ou de *répulsion*, ne saurait déterminer une idée capable de cette modification interne appelée l'émotion et qui, à proprement parler, est la phase primaire de l'exécution d'un acte à poursuivre, le mouvement ébauché, déjà dessiné et comme retenu de la défense.

En effet, si nous voulons, dans son ensemble, résumer en des traits concis les caractères constants inhérents aux phénomènes généraux dépendant de la physiologie de la pensée et du sentiment, — soit en acceptant l'ordre de la théorie intellectualiste : état intellectuel, état affectif, états organiques, soit en prenant pour base l'hypothèse physiologique : état intellectuel, états organiques, état affectif, — nous pensons pouvoir affirmer, avec tous les psychophysiologistes d'ailleurs, que les manifestations motrices internes correspondant à des contractions organiques vasculaires et viscérales, ainsi que les manifestations motrices externes se rapportant à des effets en grande partie musculaires, sont des mouvements inconscients, constituant l'émotion et dont l'apparition objective trahit des projets à poursuivre, à satisfaire. Bref, on dirait que l'organisme répète secrètement, et très bas, l'action que l'intelligence a combi-

née, celle-ci se réservant de l'exécuter *effectivement*, si toutefois elle juge que ses desseins doivent être mis en œuvre par les forces obéissantes du corps. En sorte que l'émotion est une tendance pouvant être divisée en deux périodes, l'une statique, l'autre dynamique ; la première vague, dissimulée, suspendue, est engendrée par ce que l'on peut appeler l'*inconscience perceptive*, la seconde démonstrative, volontaire, consciente, est faite d'exercices et d'opérations se poursuivant jusqu'à entière satisfaction. Il suit de là qu'il serait possible de retrouver dans la partie statique de la tendance (émotion) les germes actifs de la partie dynamique (tendance se satisfaisant) si toutefois l'on pouvait étudier plus complètement ces phénomènes qui envahissent l'individu tout entier (loi de la diffusion de Bain) dans chaque crise émotionnelle, phénomènes se traduisant, extérieurement par des mouvements de la face, du tronc, des membres, intérieurement par des modifications organiques nombreuses « que cause et domine, comme le dit M. Th. Ribot, la fonction organique par excellence, la circulation ».

Donc, si l'on accepte que l'émotion est une *tendance non satisfaite* et l'acte qui suit l'émotion (pour entrer en contact avec le monde extérieur), *une tendance se satisfaisant,* on peut dire de l'émotion en général qu'elle est *une réduction ou un diminutif des effets moteurs de la tendance qui se satisfait* (série définie de mouvements musculaires).

Dans tous les cas, l'émotion, prise comme diminutif moteur de la tendance se satisfaisant, est avant tout un phénomène dont la présence est accusée comme sensation interne. La conscience en témoigne et nous le révèle en d'innombrables modalités ; il y a des émotions de toutes nuances, depuis celles qui détiennent le lot de la joie que Descartes a appelée « la première passion de l'âme » [1],

1. « La première passion de l'âme a été la joie, parce qu'il n'est pas croyable que

jusqu'à celles qui conduisent à toutes les désespérances; c'est ce que nous nous réservons d'étudier en suivant.

§ III. — *Le plaisir et la douleur.*

La science a établi ce point fondamental de la psychologie, à savoir que *la vie consciente apparaît après l'excitation et avant le mouvement.* « Une excitation simple produit, théoriquement, un phénomène de conscience simple, puis un mouvement simple[1]. »

Nous avons expliqué antérieurement qu'une excitation pouvait être perçue comme *sensation* ou comme *impression* par le cerveau. Elle est perçue comme sensation lorsque l'attention cérébrale se porte vers le *mouvement* de l'organe qui reçoit l'excitation. Elle est perçue comme impression quand le *mouvement* de l'objectivité ou des ambiances du corps humain y est envisagé de préférence.

La sensation perçue, quel que soit le stimulus externe qui l'a fait naître, se réduit à un acte unique; le discernement du travail moteur de l'excitant.

L'impression, originaire d'une image extérieure quelconque, est précisément ce phénomène de conscience : l'*idée*, se traduisant par une tendance d'où découlent ces manifestations motrices (émotion) se diffusant dans l'organisme entier. L'émotion est, par suite, un acte moteur préparatoire, élaboré et conservé dans l'intimité de l'organisme, et c'est parce que, *nécessairement,* c'est un acte ou un travail moteur que l'émotion est une sensation interne.

L'impression vient donc après l'excitation et avant le mouvement; c'est, en quelque sorte, l'état intellectuel des physiologistes.

La différence que nous tenons à spécifier entre la perception,

l'âme ait été mise dans le corps, sinon lorsqu'il a été bien disposé, ce qui donne naturellement la joie. » (Descartes.)

1. A. Godfernaux, *Le sentiment et la pensée.*

par le cerveau, de la sensation et de l'impression peut être résumée de façon simple. Il suffit de comprendre comme sensation perçue, tout ce qui est senti physiologiquement (l'excitant agissant par le moyen de contractions et de dilatations organiques) et comme impression perçue tout ce qui est senti psychologiquement (l'image externe étant la créatrice d'une idée d'attraction ou de répulsion).

La pensée externe, qui s'introduit dans le corps humain par les appareils sensoriels, stationne, pour ainsi dire, dans le cerveau afin de se mûrir, par conséquent sans cesser de s'agiter. Elle se dirige ensuite sur nos organes internes les plus essentiels et y opère des modifications (émotions). Ces modifications aboutissant, en général, à des actes, la pensée est un mouvement émissif, nous entendons un mouvement continu, suivant un trajet, car « on reconnaîtra que non seulement la pensée aboutit à des actes, mais qu'il s'y joint un premier mouvement, une première ébauche d'acte, par le seul fait qu'elle existe ». (And. Godfernaux.)

C'est à cette place que nous pouvons faire une comparaison entre la pensée prise comme agent excitatif venant de l''extérieur et cet autre agent excitatif : la lumière.

Dans la partie qui traite de l'esthétique de la lumière nous avons vu que l'éther lumineux traversait les milieux dioptriques de l'œil avant de frapper la membrane contractile rétinienne et produire le phénomène de la vision. La pensée externe fait un trajet bien plus indirect encore, sans s'écarter cependant du rôle de l'excitant lumière, puisque, après son introduction dans l'individu par l'un de nos sens (système nerveux périphérique), elle se dirige directement au cerveau par la voie du système nerveux central, pour terminer sa course par un heurt interne, une commotion d'intensité variable (émotion) qu'elle inflige surtout à quelques organes essentiels.

Or, nous allons démontrer que ce *heurt interne* possède toutes les propriétés de l'irritabilité sensorielle :

1° Il est perçu par le cerveau comme l'est la sensation en trois catégories de sentiment : agréable, indifférent, désagréable.

2° Comme la sensation, l'émotion une fois produite, tend à s'affaiblir (loi de dégradation de J. Delbœuf).

3° La loi suivante de Weber s'applique aux émotions si l'on accepte que les phases physiologiques de ce phénomène psychique sont des manifestations motrices, c'est-à-dire des contractions et des dilatations organiques [1] dépendant de la pression [2].

Loi de Weber. — Les accroissements des excitations doivent être toujours dans le même rapport avec l'excitation primitive pour que la sensation croisse de quantités égales.

4° L'excitation sensorielle s'exerce sur un fond organique flexible qui implique une tension. Lorsque la tension augmente, la résistance s'accentue, et la flexibilité diminue. De plus, cette tension a ses bornes qui ne peuvent être dépassées ; d'un côté elle est limitée par la plus petite excitation ressentie, de l'autre par la plus forte. Ces deux extrêmes correspondent à des efforts normaux, incapables de désorganiser les appareils sensoriels.

Il faut avouer ici que ces analogies, — divisées en quatre parties intéressant et les champs flexibles des sens (celui de la rétine par exemple) et les organes passibles d'effets contractiles, siège physiologique des émotions, — ne peuvent avoir de portée réelle qu'à la

1. « En généralisant, on voit que les phénomènes décrits (description minutieuse des émotions) sont réductibles à deux groupes : 1° Modification de l'innervation musculaire : elle diminue dans la peur, le chagrin, augmente dans la joie et la colère, l'impatience ; 2° modifications vaso-motrices : constriction dans la peur et la tristesse, dilatation dans la joie et la colère. » (Th. Ribot, d'après Lange).

2. Les chiffres ci-dessous démontrent que le rapport de l'accroissement est le même aussi bien pour l'excitation produite par la pression (émotion) que pour celle dérivée du son (sensation).

D'après Delbœuf le rapport de l'accroissement d'excitation à l'excitation serait :

Pour la pression	1/3
Pour la température..	1/3
Pour l'intensité du son	1/3

condition qu'il soit suffisamment établi que les sensations internes (phénomènes organiques accompagnant les émotions) sont de nature mécanique comme les sensations que nous procurent nos sens, et sur lesquelles la science a maintenant des aperçus nouveaux que l'expérience seule a pu dégager. Témoins les travaux de J. Delbœuf (psychophysique) et ceux de R. Dubois (physiologie comparée) tendant à admettre que les sensations originaires des appareils sensoriels sont dépendantes de la mécanique biologique. Par contre, les sensations internes étudiées par Krœner n'ont pas permis à ce savant d'incliner ses conclusions dans un sens parallèle. En effet, pour toutes les sensations internes, selon lui, l'excitation initiale est de nature chimique, et ce sont les lois de la diffusion et de l'osmose qui règlent cette action chimique. Elle se produit tantôt sous la forme gazeuse (respirations dans une pièce chargée de miasmes délétères) tantôt sous la forme liquide (absorptions par le sujet d'alcool, de substances toxiques mélangées avec les liquides de l'organisme et répandues dans le torrent circulatoire).

Les sensations internes dont parle Krœner peuvent être de nature chimique, car elles ont tous les caractères de réactions capables de donner naissance à des dissociations et à des associations atomiques. Les surfaces organisées des appareils respiratoires et circulatoires se trouvent en contact avec des surfaces gazeuses ou liquides toxiques qui les transforment, les désorganisent, les détruisent. Par conséquent, pour ces sensations intenses, nous ne doutons pas des affirmations de l'auteur *Das Körperliche Gefühl*.

Mais peut-on rester de l'avis de Krœner pour ce qui est des sensations internes dérivées des crises émotionnelles?

Un premier point incite à se séparer de cette opinion, c'est que les sensations internes qui suivent l'ingestion de matières étrangères toxiques ne ressemblent nullement aux sensations résultant des émotions, en ce sens que l'excitation est due, dans ce dernier

cas, à une cause n'apportant aucun élément étranger à nos organes, car, seul dans l'espèce, à l'aide de ses moyens propres, le cerveau agit. Or, cet acte du cerveau est un phénomène de conscience contenant plus ou moins de volonté, et, à ce sujet, les psychologues qui marchent sur les traces de MM. Wundt et Herbert Spencer, professent entre autres vues théoriques importantes que « sous sa forme la plus complexe ou la plus simple, le fait de conscience est toujours joint à un phénomène moteur ».

Pitre, dans ses leçons sur l'hystérie, donne de l'émotion l'explication physiologique suivante, qui semble plus mécanique que chimique : « Les changements moléculaires qui correspondent à l'activité des éléments cellulaires ébranlés par les passions, rayonnent dans tous les sens, stimulent ou dépriment l'excitabilité des éléments voisins, retentissent sur les centres moteurs et sensitifs, sur les noyaux d'origine des nerfs viscéraux et finalement déterminent l'état d'émotion, c'est-à-dire l'état psychophysiologique qui est l'expression spéciale de la réaction des centres nerveux aux excitations psychiques. »

Enfin les maîtres de la psychologie moderne enseignent que l'émotion commence avec des *manifestations motrices* faites de l'activité de plusieurs centres cérébraux et infra-cérébraux : 1° des centres sensoriels (vision, audition, etc.); 2° des centres disséminés dans la zone motrice qui régissent les mouvements des diverses parties du corps; 3° des centres correspondant aux phénomènes de la vie organique, ceux-ci presque tous ralliés à un même principe : « *la contraction, agissant surtout comme accélérateur des mouvements du cœur* ».

Et que signifierait l'emploi de ces mots, manifestations motrices, actes moteurs, mouvements internes, contractions organiques, dont sont pleines les explications des sciences psychiques, si les professeurs voulaient nous faire entendre par là que ces sensations internes

qui accompagnent les émotions sont réductibles à un seul processus unique, fondamental et de *nature chimique?*

Nous répondrons à la question lorsque nous aurons dit qu'il est tout à fait légitime, étant donnés de tels faits, de baser les rapports de coexistence que nous avons décrits entre les sensations et les émotions, sur la nature mécanique de l'excitation, en général, sensorielle ou émotionnelle.

La pensée, nous l'avons dit, est l'excitant qui est cause de l'irritabilité organique répondant à un phénomène affectif douloureux ou agréable. La sensation résultante interne aurait ici une origine peu différente de la sensation périphérique de l'œil ou de l'oreille. Elle émanerait d'un intermédiaire que nous connaissons pour l'avoir étudié à propos de l'appareil optique de la vision, nous voulons parler d'un *champ flexible* qu'il faudrait étendre, pour ces sortes de sensations inhérentes aux émotions, à la totalité du corps humain, car l'expérience prouve qu'il n'existe pas de « centre émotionnel », mais une action synergique groupant différemment plusieurs centres suivant les cas.

Ce champ flexible nous l'avons comparé à la membrane contractile rétinienne. C'est ainsi que chaque émotion se traduirait par une contraction localisée de même qu'une raie spectrale se localise en un endroit fixe de l'épaisseur contractile de la rétine. Ce sont les degrés actifs variables du mouvement de la pensée qui formeraient l'intensité de la contraction organique de l'émotion, comme les divers degrés de l'activité lumineuse constituent la pression variable que ressentent les éléments élastiques de la rétine. De plus, les localisations des contractions émotionnelles auraient, *selon leur siège dans l'organisme,* des effets ressentis de manière différente (états affectifs différents), et ces sièges dépendraient de l'idée dominant le cerveau du sujet au moment de la crise de l'émotion. Autrement dit, le phénomène de conscience, l'idée aurait le pouvoir d'abord de

déterminer les localisations de la contraction organique, c'est-à-dire de la situer spécialement dans diverses régions du corps, — par ce fait que le mouvement et la pensée sont des équivalents, l'un moteur, l'autre conscient, — puis de donner à cette action contractile une intensité faible, moyenne ou forte et une durée courte ou prolongée.

La pensée, prise comme excitant du champ sensible emplissant l'organisme, paraît, par conséquent, posséder les deux propriétés fondamentales que nous avons reconnues aux agents physiques qui exercent leur action sur nos sens ; *l'intensité* et la *qualité*. Or, ces agents qui se heurtent à la surface sensible de nos sens, sont, en premier, des *masses substantielles* composées d'énergie leur permettant de se mouvoir et d'agir par compression sur les membranes élastiques organisées pour recevoir ces mobiles. Enfin ce sont encore et surtout des FORMES EN MOUVEMENT, et c'est ce que la psychologie n'a pas su voir jusqu'alors.

Donc, que la lumière heurte le champ flexible rétinien ou que la pensée frappe le champ contractile de l'organisme, l'un et l'autre de ces excitants arrrivent au but avec son degré d'accélération et sa forme. Seulement cette *forme* de la pensée est toute *intellectuelle;* ce sont les images externes qui la provoquent par l'intermédiaire des sens. Dans l'individu cette forme de la pensée n'existe qu'à l'état de faits subjectifs perçus par le cerveau et dont celui-ci s'effraye ou se fait joie. L'icone de la pensée est de nature morale ; sa beauté résulte de son utilité, sa laideur de son aspect nuisible. Les lobes cérébraux en portent-ils l'empreinte? *A priori*, cela n'est pas douteux ; la pensée se moule en effigie dans la matière nerveuse qui occupe la cavité cranienne, et quoique rien encore ne puisse nous le garantir scientifiquement, nous pouvons cependant concevoir que tel est le mécanisme de l'appareil à penser. Mais l'important pour nous est de savoir que cette pensée externe devient, au contact de notre sensibilité, une cause de mouvement interne ayant sa vitesse

et sa forme, c'est-à-dire qu'elle se manifeste, prend un corps, se rend en quelque sorte visible et cela par un phénomène d'équivalence ; le mouvement et la forme de l'objectivité externe (pensée), ainsi que le mouvement et la forme des manifestations motrices organiques (sentiment) « nous apparaissent maintenant comme la transcription, dans deux ordres de faits incommunicables, d'une loi unique à double face : l'adaptation. »

La thèse que nous venons de soutenir place le mécanisme du sentiment, agréable ou désagréable (dans les émotions), sur un terrain qui semble ne pas avoir été encore exploré. Bien des points obscurs de la psychologie, restés jusqu'alors enfermés dans d'étroites explications, trouveront à sortir de la brume scientifique qui les enveloppe encore, et d'où l'observation n'a pu les dégager, si toutefois l'on veut bien faire un emploi assez large de nos propositions. Ainsi le plaisir et la douleur ne sont plus liés, d'après nous, seulement à des perceptions d'aise ou de malaise causées par les contractions organiques, on doit compter, d'ores et déjà, avec un autre facteur ; *la forme intellectuelle* s'interpose entre ces sensations internes opposées, procurant quelquefois *du plaisir à la douleur et de la douleur au plaisir*.

En résumé, ce qui détermine le chagrin ou la joie c'est moins l'intensité physiologique des phénomènes internes que la forme intellectuelle de l'idée externe. Il suit de là que l'acuité de la douleur morale trouve toujours son atténuatif dans le *dulci* de la forme intellectuelle. C'est d'ailleurs ce qu'un cartésien a dit parfaitement, en d'autres termes, dans les lignes suivantes : « Si l'âme dans tous les mouvements des passions, même les plus douloureux, est en quelque sorte chatouillée par une douceur secrète, si elle se complait dans sa douleur, si elle ne veut pas être consolée, c'est qu'elle a la conscience que l'état où elle se trouve est l'état de cœur et d'esprit qui convient le mieux à sa situation. »

§ IV. — *Le foyer capital de l'émotion.*

Au second chapitre de cette dernière partie de notre ouvrage, nous avons vu que la pensée métaphysique ou infinie était tout entière contenue dans la totalité de l'univers. Au paragraphe précédent nous avons établi que la pensée physiologique ou finie apparaissait dans l'être humain dans un état de diffusion pouvant être assimilé à un envahissement de l'organisme.

On sait que ce que nous appelons la pensée métaphysique, la pensée infinie, la pensée externe ne sont que les termes variables d'une seule et même conception objective : LA PENSÉE. Or, la pensée physiologique, la pensée finie, la pensée interne, sont des expressions qu'il faut traduire également par un seul mot qui les contient toutes : LE SENTIMENT.

Des physiologistes que l'étude du sentiment dans ses manifestations motrices intéressait, connaissant le caractère diffusif de ces manifestations, se sont attachés à rechercher la part contributive de chaque centre, de chaque viscère, de chaque fonction interne dans la constitution d'une émotion.

Dans l'état actuel d'avancement des sciences psychophysiologiques, une réponse directe à cette question ne peut être faite sans tomber dans les conjectures et les hypothèses.

Tout ce que l'on peut dire, c'est que chaque type d'émotion représente « un organisme psychique », c'est-à-dire une adaptation de l'individu au milieu (G. Sergi). Quant aux détails portant sur le rôle modificateur qui incombe, dans chacune de ces adaptations, aux organes atteints, nous ne les connaissons pas plus avec précision que nous savons exactement lesquelles de nos multiples manifestations motrices internes correspondent à tel ou tel « organisme psychique » d'un cas émotionnel quelconque. Enfin, si l'étude nous apprend que la marque particulière de toute

émotion est — la diflusion — éloignant toute idée de localisations, de siège au sens circonscrit, l'observation nous fait voir que cette diffusion est un travail coordonné des centres multiples, et que, semblable à un mécanisme rayonnant, ce mouvement général obéit à un organe dominateur et central; le cœur. En effet, le cœur est le centre de la vie végétative, comme le cerveau est le centre de la vie psychique.

L'opinion populaire qui considère le cœur comme le foyer ou le générateur des émotions n'est pas un simple préjugé. La psychologie peut dire, à cette heure, que ce mot de la langue courante qui incarne la passion « est l'expression instinctive d'une vue très juste : l'importance souveraine, pour la vie affective, de l'action des viscères résumée dans un organe fondamental.

« Claude Bernard et, après lui, Cyon ont pris à tâche de justifier les expressions populaires sur le cœur, de montrer qu'elles ne sont pas de simples métaphores, mais le résultat d'une observation exacte et qu'elles peuvent se traduire dans la langue physiologique. Je résume leurs principales remarques. (Th. Ribot.)

« Le cœur, centre de la vie organique, et le cerveau, centre de la vie animale, les deux organes culminants de la machine vivante, sont dans des rapports incessants d'action et de réaction qui se traduisent par deux états principaux, la syncope, l'émotion ; la première due à la cessation momentanée des fonctions cérébrales par cessation de l'arrivée du sang artériel; la seconde due à la transmission au cœur d'une modification circulatoire. Il y a toujours une impression initiale qui arrête légèrement cet organe (d'après Cl. Bernard), d'où une pâleur fugace, puis une réaction que le cœur, en raison de sa sensibilité extrême, sent le premier; car, de même que le cerveau est le plus délicat des organes de la vie animale, le cœur est le plus sensible des organes de la vie végétative.

« Quand on dit que le cœur est *brisé* par la douleur, cela répond

à des phénomènes réels. Le cœur a été arrêté par une impression soudaine, d'où quelquefois la syncope, et des crises nerveuses. Le cœur *gros* répond à un prolongement de la diastole, qui fait éprouver dans la région précordiale un senfiment de plénitude et de resserrement. Le cœur qui *palpite* n'est pas seulement une formule poétique, mais une réalité physiologique : les battements sont rapides et sans intensité. La facilité avec laquelle le cœur se vide, la régularité de la circulation étant entretenue par une pression insignifiante, répond au cœur *léger*. Deux cœurs *unis* battent à l'unisson sous l'influence des mêmes impressions. Dans le cœur *froid*, les battements sont lents et tranquilles, comme sous l'influence du froid; dans le cœur *chaud*, c'est le contraire. Quand on dit à quelqu'un qu'on l'aime de *tout son cœur*, cela signifie, physiologiquement, que sa présence ou son souvenir éveillent en nous une impression nerveuse qui, transmise au cœur par le pneumogastrique, fait réagir notre cœur de la façon la plus convenable à provoquer dans notre cerveau un sentiment ou une émotion. Chez l'homme, le cerveau doit, pour exprimer ses sentiments, avoir le cœur à son service ».

Nous avons tenu à donner au lecteur l'avis du professeur Th. Ribot sur le rôle du cœur dans la crise émotionnelle. Conséquemment nous pouvons dire que la cause est maintenant entendue. D'ailleurs tous les psychologues sont d'une opinion semblable et c'est peut-être l'un des points le moins discutés des sciences psychiques, à savoir que le cœur, muscle qui règle la circulation sanguine, organe inconscient, est le foyer central, le générateur essentiel des émotions et des passions.

§ V. — *État de conscience parfait engendrant la forme physiologique parfaite de l'émotion.*

L'action dynamogène du cœur est rythmée en deux contractions (la contraction des deux ventricules et celle des deux oreillettes)

ayant entre elles une différence de quelques tierces. Le nombre de ces contractions ou de ces battements varie entre soixante-dix et soixante-quinze par minute. Le mouvement du cœur est dit normal lorsqu'il s'exécute comme il vient d'être rapporté. Cet organe se trouve alors dans les meilleures conditions pour assurer au sujet un état de santé sans troubles et les plus sérieuses garanties de longévité. Or, s'il était possible de dessiner la forme du mouvement normal de ce cœur, nous aurions déjà la représentation d'une manifestation morphologique ayant quelque perfection, cette forme de l'organe essentiellement atteint dans les crises émotionnelles correspondant à une action circulatoire admirablement réglée en vue de la conservation et de la durée de la vie humaine.

Il suit de là que la perfection de la forme physiologique de l'idée ne peut dériver que d'un état intellectuel qui donne lieu à un état affectif tout à fait spécial, puisqu'il est nécessaire que les modifications organiques internes qui occasionnent celui-ci s'approchent infiniment de la régularité et de l'ordre du fonctionnement normal de nos organes vitaux prépondérants.

Donc, la forme que nous cherchons ne saurait résider dans l'un quelconque des cas affectifs liés à des conditions corporelles relevant de la pathologie ou enchaînés à des influences morales trop perturbatrices, car les maladies du corps aussi bien que l'excès des passions, des tourments ou des joies de l'âme, ont une répercussion trop marquée sur les centres organiques, foyer des manifestations motrices, causes des émotions.

Mais si nous éliminons du choix que nous avons à faire pour nos fins esthétiques les émotions émanant de faits intellectuels nés de désirs, de tendances ou d'appétits ayant un caractère exempt de mesure, de modération, de sobriété, si nous écartons, dans le même but, tout ce qui constitue les actes défensifs de la vie, non pas seulement les combats âpres ou les luttes sans merci, mais aussi le

simple effort au mouvement un peu rapide d'attraction ou de répulsion, que peut-il enfin nous rester à étudier qui puisse s'appeler une émotion et répondre à la fois, comme effets organiques, au desideratum que nous avons formulé comme suit : le mouvement normal du cœur?

Pour répondre à cette question, il faudrait, après avoir observé la pensée de l'homme se repliant sur le moi, examiner ce qu'elle devient en se portant sur le non-moi.

On sait que les associations d'idées subsistantes, dans le non-moi, sont rapportées à une existence extérieure à la nôtre, au lieu d'être rapportées au sujet. C'est que le non-moi tend à prendre un caractère de moins en moins personnel, au fur et à mesure de l'évolution.

Au début le sujet possédant cet état moral montre une expansion vague portant sur l'ensemble des êtres. Bientôt il devient incapable de fixer sur un être déterminé, son amour, sa charité. Il faut qu'il projette hors de lui-même son indulgence universelle. Aussi se voit-t-il entraîné par une sorte d'attirance vers ce qui est au delà du défini, vers l'absolu. Cette association des idées à un lien tout nouveau est bien la justification de cette expansion interne qui incline d'autant plus rapidement le sujet vers l'anéantissement en Dieu que ses capacités intellectuelles sont plus vivaces. Nous arrivons ici à la période terminale de la psychose des mystiques.

Cet état affectif ne peut se comparer à l'un quelconque des cas d'émotion se rapportant au moi et que nous avons amplement précisés antérieurement. En effet, les émotions en question sont le produit d'idées s'associant entre elles par leurs liens rationnels. Ces idées logiquement crées pour aider à la perpétration ou à la continuative de la vie du sujet ont forcément une répercussion supra-active sur les effets organiques moteurs accompagnant les émotions, puisque la tendance de celles-ci est constamment portée vers un

acte ou une suite d'actes à poursuivre pour se satisfaire complètement.

Bien différente est la psychose des mystiques. Le sujet ne comprend toutes choses qu'à travers l'illusion des clartés qu'il réserve à ceux qu'il aime. Ces clartés résident pour lui dans des solutions qu'il a trouvées et que son état affectif justifie aisément. Les problèmes supérieurs dont s'inquiète la pensée des hommes, il les possède jusqu'à concilier toutes les vérités contradictoires et inquiétantes en une seule formule qu'il sent mais ne peut d'écrire parce qu'elle est absolue et par suite incommunicable. A mesure que le mystique a le sentiment croissant qu'il a la vérité absolue, sa pensée se raréfie jusqu'à s'absorber dans une attitude spéciale faite d'une sorte de joie émue qui est l'extase.

C'est précisément cette attitude extatique, qui représente le mouvement supérieur de la vie consciente, que les religions se sont appropriées. « L'extase n'est que l'absorption de la conscience dans le non-moi par l'amour sans borne. Le paradis ne promet rien autre chose aux croyants pendant toute l'éternité. Ils seront en Dieu même, ils se confondront avec lui... Les théologiens insistent sur ce que le paradis n'est pas un lieu, mais un « état ». Ceux qui y ont été ravis ne l'ont pas décrit, parce qu'il n'existait pas pour les yeux de leur pensée, mais ils se sont tous entendus pour déclarer qu'ils avaient éprouvé, pendant des instants dont ils ne pouvaient pas apprécier la durée, un sentiment de béatitude infinie [1]. »

Or cet état, qui correspond à un sentiment de béatitude infinie, a ceci de particulier qu'il dispense le sujet de toute secousse intellectuelle plaçant conséquemment les organes essentiels comme le cœur dans des conditions vitales anormales.

1. M. Godfernaux écrit encore : « Il n'est nullement prouvé que l'extase soit un mal, prise en elle-même, et abstraction faite de ses suites et de ses retentissements sociaux, elle est au contraire un souverain bien. »

Il est curieux de constater que l'extase, qui scientifiquement est une exagération des tendances actives occasionnant un élan de l'âme vers l'infini, l'absolu, apaise presque totalement l'organisme et le protège contre les perturbations physiologiques inhérentes aux émotions originaires du moi.

En résumé, l'extase, sans jamais présenter la régularité organique monotone qui correspond à l'effort moyen de l'état non émotionnel ou indifférent, stimule doucement, au contraire, les mouvements internes[1]. Les deux contractions du cœur s'opèrent alors en battements d'un rythme tout particulier, — le rythme d'un excès de santé joint à un excès de joie émue, — déterminant une circulation du sang telle que l'être a l'illusion en quelque sorte de vivre dans les ambiances du rêve, a la sensation qu'il est soulevé de terre par une force mystérieuse et transporté enfin dans un lieu imaginaire, céleste, paradisiaque.

Cette fois nous pouvons dire que nous tenons la psychose que nous cherchons pour définir la perfection de la forme de l'idée physiologique. Cette perfection réside certainement dans la forme des mouvements organiques internes de l'extatique.

S'il est impossible actuellement de représenter directement par un schéma cette forme belle de l'idée physiologique, on peut cependant en préciser indirectement l'image par la comparaison qualitative du sentiment et de la sensation[2].

1. Il faut dire que la régularité immuable des fonctions organiques est un travail moyen dont l'effort, constamment le même comme intensité, fatigue le sujet. Cette fatigue a pour cause la suppression du jeu organique variable limité par des extrêmes.

2. Rappelons que d'après Wundt, il faut distinguer avec soin le plaiser et la douleur (Schmerz) de l'agréable et le désagréable (Unlust). En général le plaisir et la douleur sont les effets du sentiment et l'agréable et le désagréable des sensations. « Dans un livre récent Marschall a soutenu que le plaisir et la peine ne sont point des sensations à proprement parler, mais des qualités, des caractères qui se retrouvent dans tous les états de conscience. M. Lightner Witmer soutient une thèse opposée; il rappelle que toute sensation est susceptible de deux définitions; on peut la définir

Par exemple, en comparant l'aise de l'impression extatique à l'aise de la sensation tactile. On trouverait que pour établir un parallélisme de plaisir entre une telle impression et une telle sensation, il faudrait que le sens du toucher ait, dans l'acte de sentir un objet, un résultat excitatif de perfection, car nous admettons avec Aristote, Descartes, Leibniz, Hamilton, etc., que le plaisir est un fait positif, l'expression même de l'activité, le sentiment de quelque perfection, *perfectionis alicujus conscientia.*

De toutes les sensations tactiles, celle qui contient le plus de perfection nous l'avons décrite dans la seconde partie de cet ouvrage, lorsque nous avons traité de l'esthétique de la forme. Nous avons démontré qu'entre la généralité des formes connues, régulières et irrégulières, la sphère était la plus esthétique, c'est-à-dire la forme qui convenait le mieux à la neurilité de notre organisme. L'impression de joie suprême de l'extatique peut donc être mise en équivalence avec la sensation de plaisir qui accompagne le toucher du *dulci* de l'objectivité sphérique.

Ce rapprochement entre ce qui constitue l'essence de la perfection de la sensation et de l'impression ne doit pas être pris comme un argument de *nécessité* mais seulement de *convenance*. Cependant il existe des associations de coexistence qui valent des associations d'identités, il suffit pour cela que les premières se trouvent appuyées et soutenues par une chaîne de raisonnements dont le développement logique ajoute tant de probabilités à des probabilités que le fait à reconnaître ne peut plus demeurer qu'un simple exercice intellectuel.

par le côté extérieur, comme étant un effet de l'excitation d'un organe périphérique on peut aussi la définir par le côté subjectif, comme étant un élément de conscience dernier et indécomposable. A ces deux points de vue on pourrait soutenir que le plaisir et la peine sont probablement des sensations; physiologiquement parce qu'on a découvert des nerfs de la douleur, et qu'il existe probablement des nerfs du plaisir; psychologiquement parce qu'il existe des cas où la peine et le plaisir sont portés à ce; degré où toute autre image se trouve effacée. » (A. Binet.)

Or, le fait que nous voulons mettre en évidence, — la forme parfaite de l'idée physiologique, — pourra être classé dans cette catégorie de vérités *consolidées* lorsque nous aurons considéré la pensée, c'est-à-dire l'objectivité, source de l'extase, dans ses rapports avec le sentiment du sujet extatique. Ce sentiment qui occupe seul la conscience de ce sujet est un état affectif intense correspondant à cette formule mystique : « Mon Dieu est en moi et je suis en lui. » Et, d'après la méthode dialectique de Hegel, Dieu doit être conçu d'abord simplement comme *être nécessaire*, puis comme *cause de l'ordre du monde*, puis comme *cause de l'ordre moral*, et enfin il nous apparaît dans sa totalité comme *perfection absolue*.

Il suit de là que l'extatique possède en lui la perfection absolue. Mais cette perfection absolue, d'après Descartes et Spinoza, c'est l'infini qui répond à l'espace, c'est l'immensité. Dieu est immense, il remplit le monde entier de sa présence. « Nihil vacat ab illo, ipse implet opus suum. » (Senec., *De Benef.*, IV, 8.)

Or, la pensée, qui est avec l'étendue, l'un des deux attributs de Dieu, remplit également l'espace. Et nous avons démontré au chapitre II (4e partie) que s'il était impossible au génie humain de connaître la dimension de l'étendue il existait des certitudes métaphysiques permettant d'en fixer au moins la forme. C'est ainsi que par suite de considérations que le lecteur a pu apprécier, nous avons assigné à l'étendue *une forme idéale d'expression parfaitement sphérique* ainsi qu'à la pensée qui l'emplit.

Et maintenant, pour conclure, nous dirons que les éléments de cette dissertation ne prouvent pas absolument que la perfection de l'idée physiologique est de forme sphérique, mais qu'il existe simplement une vue d'ensemble très probante concernant la fixation de ce point inexploré de l'esthétique.

Conséquemment, l'idée métaphysique et l'idée physiologique peuvent être reliées par une unité de forme.

Enfin, ce fait nous permet d'appliquer à l'esthétique ces admirables paroles de saint Anselme : « Il existe donc, à n'en pas douter, un être parfait, à la fois idéal et réel, dans la pensée et dans la réalité : *Existit ergo, procut dubio, aliquid quo majus cogitari non potest et in intellectu et in re.* (Proslogium, ch. II.)

CHAPITRE IV

LOI DE L'ESTHÉTIQUE DE L'IDÉE

Nous avons expliqué au commencement de cette étude que définir la perfection de la pensée ou de l'idée était un exercice identique, puisqu'il est avéré que la pensée est créatrice de l'idée, le travail préparatoire qui fait éclore l'idée.

Donc, pour la fixation de l'énoncé de la loi de l'esthétique de l'idée, nous continuerons à porter notre attention sur la seule PENSÉE dont la division en *pensée infinie* et *pensée finie* ne constitue nullement une dissociation de l'*unité consciente*, mais une action analytique ayant pour objet d'étudier à part, sous leur aspect particulier, l'Indéterminé et le Déterminant.

La pensée infinie et la pensée finie sont opposées l'une à l'autre comme le monde intelligible et le monde sensible. Ces oppositions représentent les deux termes de toute analyse rationnelle, mais dans l'expérience elles n'ont d'existence, de réalité qu'unies dans une synthèse.

Cette synthèse n'est autre chose que la représentation du monde sensible, d'où nous avons dégagé, d'une part la perfection de la

forme de la pensée externe ou infinie, d'autre part la perfection de la forme de la pensée interne ou finie.

La forme de la pensée infinie, nous ne la concevons que par l'intermédiaire de notre organisme sensible qui reçoit le choc externe et en conserve l'empreinte interne.

La forme de la pensée finie est cette empreinte même; empreinte d'une forme abstraite, c'est-à-dire d'une forme intellectuelle (excitant pensée), pour le cerveau, de même qu'il existe une forme concrète, c'est-à-dire une forme substantielle (excitants physiques) pour nos appareils sensoriels.

Pour atteindre à la connaissance de la forme parfaite de la pensée finie, nous avons fait voir qu'il était possible de suivre dans l'organisme la trace physiologique de l'empreinte. Dès lors, nous avons établi, théoriquement, en prenant pour base le plaisir et la peine équivalents affectifs de la pensée belle et laide, — et plaisir et douleur étant les effets sensibles de ces manifestations motrices internes (émotions) ayant pour principe une action mécanique de compression neurale, — que tout en haut du degré d'aise de nos perceptions psychologiques, il ne pouvait se trouver, pour expliquer un tel état de bien-être allant jusqu'à la béatitude, qu'une seule et unique contraction agissant morphologiquement sur le champ flexible organique. Et cette contraction, nous avons indiqué comment elle pouvait être représentée sous l'aspect organique d'une masse sphérique de dimension variant certainement autour d'une moyenne, d'un individu à l'autre.

Par suite, la perfection de la pensée physiologique se présente à nous sous les apparences d'une figure complètement connue comme *forme* et *dimension*.

La perfection de la pensée métaphysique ne peut être précisée par une image aussi nette.

Nos conclusions tendant à revêtir la perfection de la pensée infi-

nie ou métaphysique d'une forme infiniment parfaite ne pouvaient être fondées que sur des arguments d'une solidité infiniment hypothétique.

En effet, ce que l'on sait d'incontestable, en parlant de l'espace infini qui contient la pensée infinie, c'est que cet espace où règne la pensée n'a pas de bornes déterminées et assignables. Par conséquent, la perfection de la pensée métaphysique n'a pas, *en réalité*, plus de *forme* que de *dimension*.

Il suit de là que si nous résumons ce que nous venons de mettre en évidence, nous voyons, d'une part la pensée physiologique, *par la force des choses*, en possession d'une forme connue, d'autre part le pensée métaphysique *réfractaire d'essence* à toute tentative de détermination de forme.

Ces constatations nous mettent en présence de deux facteurs possédant des termes opposés et contradictoires.

1° Pour la pensée physiologique, nous avons l'assurance que sa perfection gît dans une figure de forme et de dimension *connues*.

2° Pour la pensée métaphysique nous avons l'assurance que sa perfection gît dans une figure de forme et de dimension *inconnues*.

Or :

Connaître la figure et les dimensions d'une forme est une certitude qui s'adresse à la raison (sciences exactes).

Ignorer la figure et les dimensions d'une forme est un mystère qui s'adresse à l'esprit (sciences spéculatives).

Dans le premier cas, la raison est bornée dans la certitude, c'est-à-dire dans la vérité.

Dans le second cas l'esprit est libre dans le mystère, c'est-à-dire dans l'infini.

Ce que l'on peut traduire par cette antithèse :

Pour qu'une idée soit parfaite esthétiquement, il faut que la forme de l'idée soit limitée par l'infini.

Ou bien encore par cette autre antithèse :

La raison est enfermée dans la forme de l'esthétique de l'idée et l'esprit libre dans l'infinie grandeur de cette forme.

D'où l'on peut conclure que la raison est *l'énergie potentielle* de l'idée et l'esprit *l'énergie dynamique*.

Nous pouvons enfin tirer des propositions antérieures la loi de l'esthétique de l'idée. En voici l'énoncé divisé en deux parties distinctes et inséparables :

1re. — Satisfaire spontanément la raison par la vérité.

2e. — Stimuler éternellement l'esprit par l'infinité.

CHAPITRE V

MÉTHODE POUR APPLIQUER LA LOI DE L'ESTHÉTIQUE DE L'IDÉE AUX ARTS VISUELS

Satisfaire spontanément la raison par la vérité, qui est la première partie de notre loi de l'esthétique de l'idée, s'adresse au savoir, à la logique et c'est la forme *objective*, — pour l'esthétique visuelle de l'idée; la matière éclairante ou éclairée, — qui en est l'occasion. Cet élément corporel, situé en dehors de nous, fixe l'idée *finie* et la solidifie en quelque sorte. Même dans l'écriture, qui immobilise nos sensations et nos impressions à l'aide de caractères formant des mots, symboles de nos représentations internes et externes, sans ce principe matériel que détient la forme, point d'idées viables. Ainsi l'amour, la haine, le désir, la joie, la tristesse, représentant l'ensemble des passions de l'homme, selon la classification de Descartes, ne seraient que de pures expressions dénuées de sens possible, et que la linguistique prendrait comme telles dans tous les idiomes, si toutefois à cette terminologie du sentiment on n'ajoutait pas un développement circon-

stancié, un complément concret qui rapprochent ou marient les mots à quelques formes, ayant une existence pour nos sens et capables d'amour, de haine, de désir, de joie ou de tristesse. Mais si dans les lettres, en littérature la difficulté est déjà grande lorsqu'on veut faire sortir directement une idée finie de mots isolés, impuissants par eux-mêmes à faire naître quoi que ce soit de précis, d'exact, de clair, une semblable expérience mène à l'absurde, quand il s'agit des arts s'adressant aux yeux, puisqu'un peintre ou un sculpteur ne peut représenter l'amour, la haine, etc., sans un motif qui possède virtuellement les dominantes actives inhérentes à ces expressions, c'est-à-dire sans une forme passible de démonstrations adéquates.

Par conséquent l'idée finie ou raisonnable est dans la forme objective, nous voulons dire dans une objectivité de forme et de dimension connues.

Mais l'idée qui découle de la forme objective ne peut être complètement belle puisqu'elle est limitée et tangible.

La vérité, que la raison admet précisément parce qu'une certitude est fatalement bornée, quand elle est connue fatigue ou rend indifférents les initiés. Ne fait-elle pas disparaître cet appétit de recherche que l'on nomme la curiosité et qui est l'un des besoins les plus impérieux de l'intelligence humaine? Par conséquent la possession de la vérité, qui satisfait spontanément la raison, mène à l'inoccupation de l'esprit; et l'esprit privé du souci de la recherche, prisonnier dans l'inactivité, cesse d'être une spiritualité. Il en résulte que, pour obtenir que l'esprit demeure actif ou soit entretenu dans cet état il est nécessaire de lui procurer un stimulant intellect incapable d'arrêt. On sait que ce stimulant, cette énergie dynamique de l'idée, est l'infinité. Les spiritualistes diraient que ce sont les ailes de l'esprit.

Donc, l'idée esthétique de la forme, immobilisée dans une

œuvre d'art, doit non seulement satisfaire spontanément la raison par la vérité, mais encore stimuler éternellement l'esprit par l'infinité.

Ajoutons que le stimulant de l'esprit qui est la curiosité est équivalent au besoin de connaître perpétuellement entretenu, lequel besoin est identique à l'assurance d'ignorer toujours.

Enfin ce qui constitue, selon nous, la valeur de notre loi de l'esthétique de l'idée, c'est qu'il est impossible de l'exprimer par une figure, un schème quelconque, comme cela a été pratiqué pour les lois de l'esthétique de la forme et de la couleur. En effet, comment représenter l'icone d'une forme connue (idée physiologique) de dimension inconnue (idée métaphysique) ?

Donc, le connu et l'inconnu sont les éléments qui constituent la *forme intellectuelle* de l'idée esthétique. Cette forme intellectuelle nous allons en faire ressortir la grande beauté en appliquant l'énoncé de notre loi à une œuvre d'art visuelle ayant un profond caractère de gravité et une haute portée morale; de plus, nous aurons, en même temps, l'occasion de démontrer la réelle efficacité de cette division de la loi en deux parties distinctes et inséparables.

Pour mettre ce projet à exécution nous ne voyons que l'art religieux qui soit assez complet pour domicilier dans une œuvre d'art un sentiment dont l'expression ne déroge nullement à nos lois en question.

*
* *

L'art chrétien a précisément créé une des plus belles manifestations de l'idée de la forme esthétique humaine.

Cimabue est le premier nom inscrit dans les annales de l'art chrétien, parmi les peintres de la Renaissance (1240-1300); il était élève des artistes grecs que le Sénat de Florence avait fait venir pour diriger l'école de peinture de cette ville. Cimabue, classé

de nos jours dans les primitifs Italiens, fut le peintre de la célèbre *Madone* que le peuple porta en triomphe dans l'église de Santa Naria Novella, à Florence. Depuis cette époque, l'admirable motif en question devint le glorieux sujet flatté de toutes les écoles qui suivirent.

Ce sont les artistes du xve siècle, Italiens ou Flamands, qui passent pour avoir cultivé, avec le plus de ferveur, l'art de composer, de reproduire, par la peinture ou la sculpture, Marie tenant le Divin Enfant dans ses bras.

Généralement l'exécution d'un tel ouvrage est orientée vers ce but capital : l'embellissement de la forme obtenue par l'association de deux tendances, l'une s'appliquant à exalter la beauté de la femme, l'autre s'efforçant d'envelopper avec perfection ce corps plein de perfections.

Ainsi, que la sainte Vierge soit assise ou debout, les proportions du corps sont très étudiées, l'attitude est arrêtée avec un goût extrême, le visage et les mains, choisis parmi les plus précieux modèles, s'élèvent au-dessus de ceux-ci comme le surnaturel et l'idéal planent sur le réel et le terre-à-terre, les vêtements qui doivent cacher une partie de ce corps de femme jeune et beau, sont composés de délicieux arrangements inspirés de cet art de draper que les anciens Grecs avaient poussé à un si haut degré de savante ordonnance, de cet art où le pli, ondulant et sinueux, caressant et moelleux, décent et prude, libre et capricieux, superbe et pompeux, triomphe. L'enfant est également traité avec la plus grande reeherche. Enfin, la pureté du dessin, la grâce de la pose, l'exquise simplicité de la tenue générale que l'excellence du travail accompagne, donnent, à ce pieux objet, ce cachet féminin de distinction qui émerveille les yeux par l'imitation réelle de la nature jointe au manifeste de l'exacte beauté, qualités qui ont certes le don de *satisfaire spontanément la raison par la vérité.*

C'est là tout ce que nos yeux nous permettent de voir; la vérité de la forme naturelle, la vérité de la forme belle. Par conséquent, la première partie de notre loi de l'esthétique de l'idée s'adapte, bien complètement, à cette exhibition de la forme *vraiment vraie* et de la forme *vraiment belle*, unissant, dans un unique sujet, la précision à la perfection. Considérons maintenant la subjectivité de cette forme.

Marie est mère de Jésus et Jésus est le fils de Dieu. Cette femme immense a conçu l'enfant divin sans que le sacrifice de sa pureté en ait été le prix; elle était et reste immaculée. Son innocence demeure malgré la preuve vivante de déchéance qu'elle tient dans les bras. La Madone est sans souillure physique, elle est sans péché, elle est la Vierge. L'imagination de l'homme religieux a combiné cette idée et cette idée existe, quoique nous ne puissions la saisir logiquement et que rien d'apparent ne trahisse sa présence. Nous reconnaissons que cette forme de femme mère possède, en soi, ce merveilleux privilège de virginité absolument inconcevable, et néanmoins nos sentiments de droiture, de franchise, de loyauté ne sont ni blessés ni froissés par l'impossibilité du fait. Notre âme, au contraire, respire avec avidité ce suave parfum de pompe féminine, de mère vierge, de reine des cieux et ne se fatigue pas de l'éblouissement des blancheurs accumulées dans une si noble enveloppe. En vérité, l'idée que représente Marie, mère de Dieu, plaît et charme notre cœur par l'indulgence inouïe de notre raison qui fait une concession sublime à notre esprit.

Notez que Jésus peut être considéré comme l'enfant de l'intellect humain, — Jésus fils de Dieu, c'est-à-dire de l'étendue et de la pensée, — sans que cette image emblématique rende plus lucide à notre entendement le mystère de la sainte Vierge. Nous savons que toujours nous ignorerons le fond caché de cette improbabilité théologique et cependant notre ferveur demeure intacte, notre

foi inviolable, notre admiration infinie. La curiosité éveillée reste infatigable, et c'est de maintes façons que l'imagination essaie de pénétrer le secret de cette grandeur illimitée dont l'espace, impossiblement grand, permet de dire qu'il est bien fait pour *stimuler éternellement l'esprit par l'infinité.*

L'application, que nous venons de faire, de notre loi de l'esthétique de l'idée à un exemple visuel empreint, entre tous, d'une expression morale belle, montre la marche à suivre pour étendre notre méthode d'analyse à toute autre forme contenant une idée esthétique quelconque.

TABLE

Pages.

INTRODUCTION 1

PREMIÈRE PARTIE

ESSAI D'UN SYSTÈME PHILOSOPHIQUE APPLICABLE AUX BEAUX-ARTS

CHAPITRE Ier. — Des Origines. 1
CHAPITRE II. — Du Mouvement. 4
CHAPITRE III. — De la Nutrition. 7
CHAPITRE IV. — De la Direction et de l'Exécution. 10
CHAPITRE V. — Des Sensations physiologiques et des Impressions psychologiques.. 13
CHAPITRE VI. — De l'Inconscience des sensations physiologiques. . . 16
CHAPITRE VII. — De la Moralité des impressions psychologiques. . . . 19
CHAPITRE VIII. — Le Réactionnisme universel 22
CHAPITRE IX. — De l'Immobilisation de nos sensations et de nos impressions. 25
CHAPITRE X. — De l'Art (Formule) 28
CHAPITRE XI. — De l'Art naturaliste et de l'Art idéaliste. 31
CHAPITRE XII. — Du Vrai et du Beau. 34

Pages.

CHAPITRE XIII. — *Homo sum*, ... 37

CHAPITRE XIV. — De la Science de l'Esthétique. 40

CHAPITRE XV. — De l'Esthétique de la forme, de la couleur et de l'idée 43

CHAPITRE XVI. — Examen comparé de diverses définitions de l'art . . 46

CHAPITRE XVII. — La formule de l'art démontrée par la théorie de l'infinité biologique 58

CHAPITRE XVIII. — L'Art et le grand art. 63

CHAPITRE XIX. — L'art infini et l'art parfait constituent l'œuvre d'art. 65

CHAPITRE XX. — L'art et la religion ont même origine et même but; ils diffèrent seulement quant aux moyens réalisateurs 68

CHAPITRE XXI. — Dissertation tendant à fixer le sens et la valeur lexicologique des sensations physiologiques et des impressions psychologiques. 75

DEUXIÈME PARTIE

DE L'ESTHÉTIQUE DE LA FORME

CHAPITRE Ier. — Définition de la forme. 83

§ I. — Propriétés morphologiques de l'atome. — La forme primitive de la matière n'est pas perçue par nos sens.. 84

§ II. — La forme matérielle et la forme substantielle. 85

§ III. — La supériorité de la forme géométrique démontrée par la voie du langage. 86

§ IV. — Le critérium de l'esthétique de la forme et la sphère.. 87

CHAPITRE II. — La forme entrevue théoriquement comme unique principe essentiel d'excitation sensorielle 89

§ I. — La définition de l'unité et la loi de l'esthétique de la forme. 102

CHAPITRE III. — Tableau terminologique de la beauté de la forme. . . 107

CHAPITRE IV. — La sphère et les systèmes sphériques à travers la science. 112

TROISIÈME PARTIE

DE L'ESTHÉTIQUE DE LA COULEUR

Pages.

CHAPITRE Ier. — Les traités d'optique. — Hypothèses, théories et mathématiques 117

CHAPITRE II. — Comment se pose le problème esthétique à résoudre. 128

§ I. — Conception primitive de forme-lumière.. . . 129

CHAPITRE III. — Le système nerveux; organes centraux et organes périphériques. 133

§ I. — De la connexité des propriétés des nerfs périphériques. 138

§ II. — Les excitants des appareils nerveux périphériques et la pression 141

§ III. — La pression est constituée du mouvement et de la forme de la masse du mobile. 148

CHAPITRE IV. — De la lumière directe et indirecte.. 153

§ I. — Dispersion.. 154

§ II. — Spectres de lignes, de bande et d'absorption. 163

§ III. — Explication des raies fixes alternativement brillantes et obscures du spectre solaire 171

CHAPITRE V. — Harmonie morphologique de la lumière et de l'œil. . 175

§ I. — Structure de l'œil humain.. 177

§ II. — Comment est constituée la forme de la lumière créatrice de l'œil. 179

§ III. — Forme de la partie sensible de l'œil 188

CHAPITRE VI. — Harmonie de la capacité à sentir de l'hémisphère rétinien avec les pressions multiples et variables de la forme hémisphérique de la lumière 196

§ I. — Capacité de la rétine à sentir totalement les pressions de la forme hémisphérique de la lumière. 197

Pages.

CHAPITRE VII. — Conditions physiques qui doivent être réalisées dans une surface pigmentaire pour procurer le maximum d'aise à la rétine emplie totalement. 210

§ I. — Conditions polychromatiques esthétiques. . 215

§ II. — Conditions monochromatiques esthétiques. 216

§ III. — Éclairement des surfaces polychromatiques et monochromatiques pigmentaires. 220

CHAPITRE VIII. — Constatations physiologiques préalables devant concourir à déterminer les conditions physiques qui doivent être réalisées dans une surface pigmentaire pour procurer le maximum d'aise à une partie quelconque de la rétine depuis le centre jusqu'à la périphérie hémisphérique. 223

§ I. — Les deux variantes de la perception visuelle. 224

§ II. — Mesure de la pression lumineuse par la rétine. 226

§ III. — Distinction des formes de la pression lumineuse par la rétine. 232

§ IV. — Le minimum de l'étendue partielle de la rétine capable d'une excitation lumineuse. . . . 236

§ V. — Observations physiologiques faisant ressortir le principe mécanique de l'excitation visuelle, ainsi que les dispositions de la substance rétinienne à la contractilité et à la protactilité. . . 244

CHAPITRE IX. — Expériences propres à fixer les conditions physiques qui doivent être réalisées dans une surface pigmentaire de grandeur visible au maximum pour procurer le maximum d'aise à une partie quelconque de la rétine depuis le centre jusqu'à la périphérie hémisphérique 256

§ I. — Les compléments des couleurs. 257

§ II. — Méthode pour établir les schèmes de projection dans l'espace d'une série de couleurs complémentaires deux à deux dont les longueurs d'onde ont été déterminées par Helmholtz. . . . 262

§ III. — Les projections dans l'espace des sept complémentaires, comprises entre les longueurs d'onde 6717 et 5035, 6125 et 5010, 4988 et 4966,

Pages.

5872 et 4933, 5803 et 4753, 5775 et 4726, 5767 et 4439 dans les rapports qu'elles ont avec les travaux de la physique optique et de la psychophysique. Mécanisme physiologique de ces projections 275

§ IV. — Démonstrations 1, 2, 3, 4. 277

Première démonstration. 287

Deuxième démonstration. 315

Troisième démonstration. 317

Quatrième démonstration. 322

§ V. — Harmonies des couleurs 328

Harmonies monochromatiques. 334

§ VI. — Formes-lumière des mélanges de couleurs. 338

§ VII. — Formes-lumière des couleurs simples. . . 356

§ VIII.— Contraste successif et contraste simultané. 370

CHAPITRE X. — Étude comparée des diverses théories de la vision. . 386

CHAPITRE XI. — Les excitants de nos sens sont des formes en mouvement. 423

CHAPITRE XII. — Loi de la sensation parfaite et imparfaite 434

CHAPITRE XIII. — Comparaison entre les poids et les formes-lumière et les poids et les formes-son 437

QUATRIÈME PARTIE

DE L'ESTHÉTIQUE DE L'IDÉE

CHAPITRE Ier. — La pensée et l'idée. 445

§ I. — Cause et but de la pensée. 448

CHAPITRE II. — La pensée métaphysique (infinie). 451

§ I. — Les maîtres de la pensée. 454

§ II. — La pensée selon Spinoza 458

§ III. — La perfection de la pensée métaphysique. . . 463

CHAPITRE III. — La pensée physiologique (finie). 468

§ I. — La théorie intellectualiste et la théorie physiologique de l'émotion. 469

Pages.

§ II. — L'émotion est un diminutif-moteur de la tendance qui se satisfait 475

§ III. — Le plaisir et la douleur 479

§ IV. — Le foyer capital de l'émotion. 487

§ V. — État de conscience parfait engendrant la forme physiologique parfaite de l'émotion. 489

Chapitre IV. — Loi de l'esthétique de l'idée.. 497

Chapitre V. — Méthode pour appliquer la loi de l'esthétique de l'idée aux arts visuels 501

IMPRIMÉ

PAR

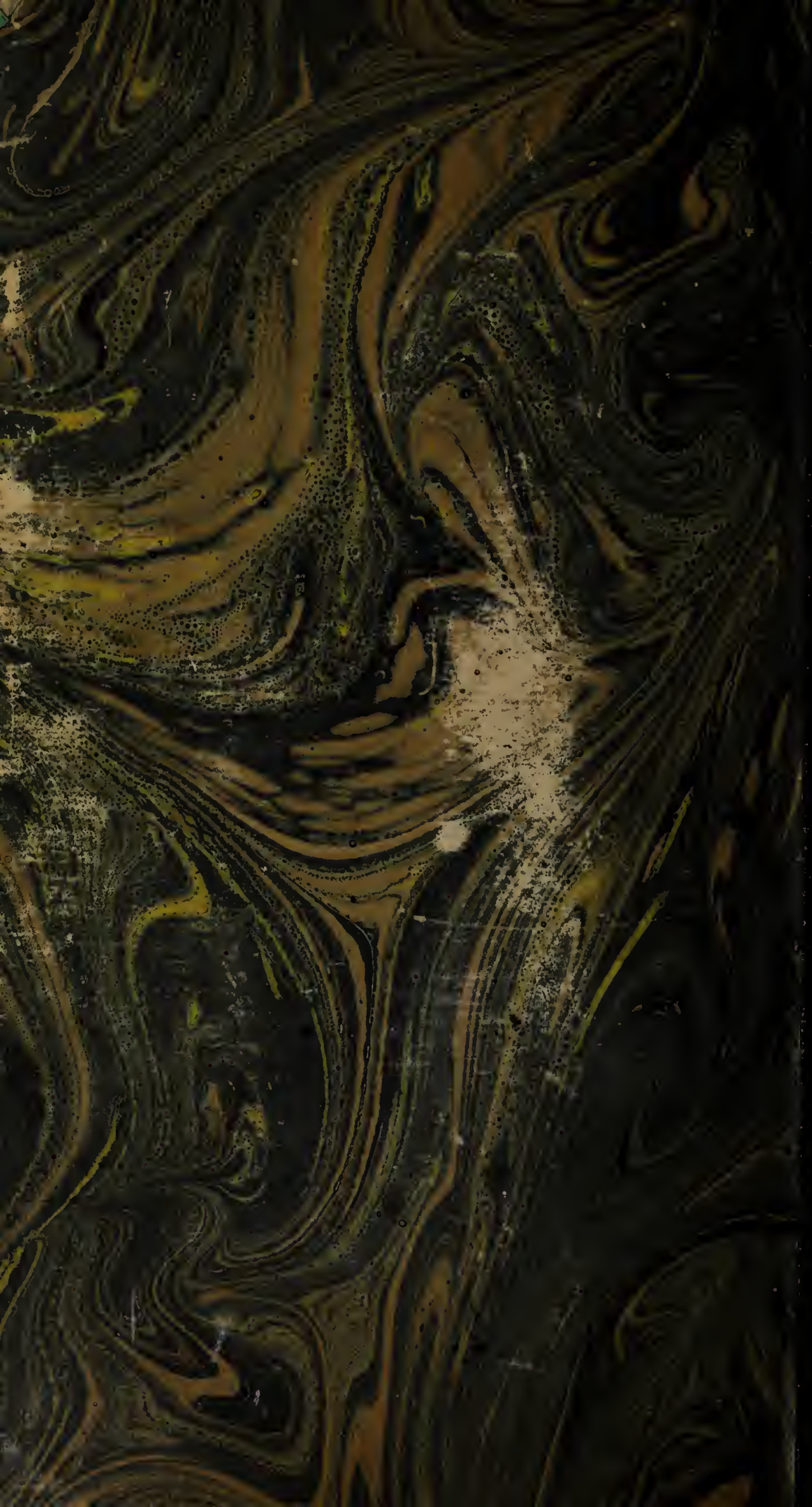
CHAMEROT ET RENOUARD

19, rue des Saints-Pères, 19

PARIS

2663-891

C R

092

(69)